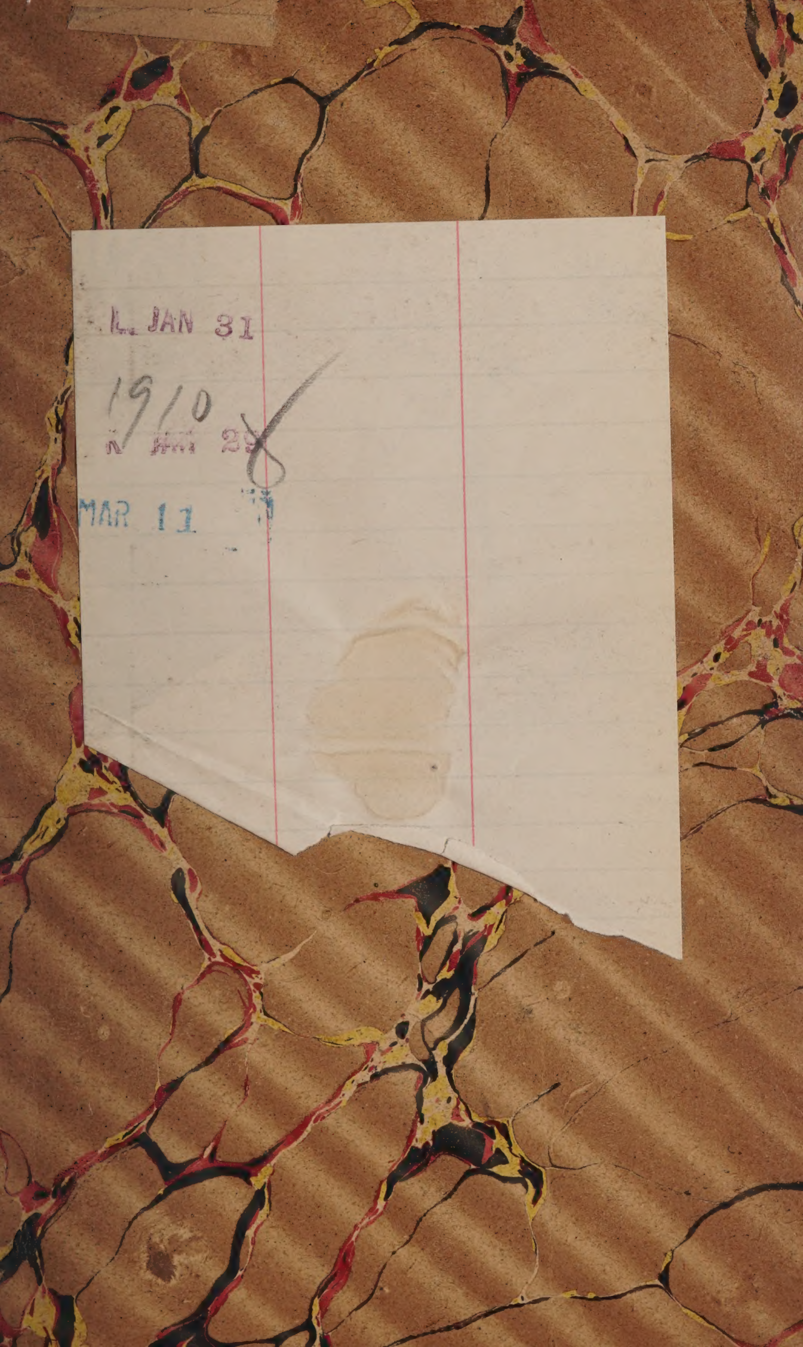

L. JAN 31
1910
MAR 11



BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE

LES

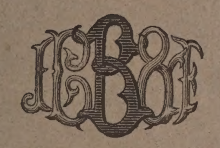
CHAMPIGNONS

AU POINT DE VUE

BIOLOGIQUE, ÉCONOMIQUE ET TAXONOMIQUE

PAR A. ACLOQUE

Avec 60 figures intercalées dans le texte



PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
RUE HAUTEFEUILLE, 19, PRÈS DU BOULEVARD SAINT-GERMAIN
1892

—

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE

LES CHAMPIGNONS

LE MANS. — IMPRIMERIE ED. MONNOYER.

LES

CHAMPIGNONS

AU POINT DE VUE

BIOLOGIQUE, ÉCONOMIQUE ET TAXONOMIQUE

PAR A. ACLOQUE

Avec 60 figures intercalées dans le texte



PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

RUE HAUTEFEUILLE, 19, PRÈS DU BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1892

B.H.
Dec. 23. 1893
Fr.

PRÉFACE

La mycologie est une science relativement récente.

Jusqu'au milieu du siècle dernier, les champignons ne paraissent pas avoir été considérés par les curieux de la nature comme une classe spéciale d'êtres distincts. Si l'on excepte quelques formes qui, recommandées à l'attention par des propriétés importantes, se trouvent isolées et décrites à part, la morille, par exemple, et la truffe, la plupart des ouvrages de botanique antérieurs à cette époque comprennent toutes les espèces sous une même dénomination, les *Fungi*, sans aucune distinction générique ou spécifique. En anatomie et en physiologie, les connaissances sont rudimentaires, et les légendes les plus bizarres ont cours; on renouvelle les opinions des anciens, et les naturalistes de cabinet, demi-savants attachés à la tradition, refusent de voir dans les organismes fongiques autre chose que le produit de l'humidité de la terre, ou le résultat de la corruption de matières diverses en putréfaction.

Viennent les observateurs. L'étude des formes exerce d'abord leur intelligence : Linné signale et définit une centaine d'espèces; Micheli répartit en genres celles qu'il connaît, et montre que les champignons ont des graines comme les autres plantes; Bulliard dessine et grave les figures des espèces françaises; Persoon les classe; de Candolle les décrit; Paulet étudie leurs propriétés et les fait connaître, mais en donnant aux formes des noms singuliers qui déroutent, et qui empêchent ses contemporains de faire à son livre l'accueil qu'il mérite; Link et Nees von Esenbeck font intervenir le microscope dans la détermination; et Fries, coordonnant les travaux de ses devanciers, les joignant à ses propres observations, construit sa classification sur des fondements désormais inébranlables.

C'est l'âge d'or de la mycologie. Ses adeptes sont toujours en nombre restreint; mais ils représentent l'élite des penseurs et des travailleurs. Le microscope à la main, ils étudient, et tous, les Montagne, les Léveillé, les Tulasne, les Cooke, les Berkeley, les Quélet, ils apportent l'appoint fécond de leurs idées et de leurs découvertes. Les révélations se succèdent. Les phénomènes les plus complexes de la biologie se retrouvent chez ces êtres infimes, jusque-là dédaignés. Tour à tour le polymorphisme, le mouvement spontané, la phosphorescence, la fécondation ont été soupçonnés, vus, établis, définis et expliqués. Il y a des champignons qui brillent dans l'obscurité, non pas par une manifestation chimique, mais grâce

à une aptitude vitale ; des champignons qui ont des sexes ; des champignons qui se meuvent librement ; des champignons qui, comme les insectes, comprennent dans leur évolution des formes larvaires et des formes parfaites, et qui ont même sur les insectes cette supériorité d'être féconds dans toutes leurs conditions.

Voilà les acquisitions de la science mycologique pendant ces cinquante dernières années, et voilà l'objet de ce livre.

Nous avons recueilli les observations et résumé les travaux, de manière à permettre à quiconque le veut sérieusement, de se rendre compte de ce que peut être la vie d'un champignon. Les descriptions anatomiques sont aussi précises que possible ; nous n'avons pas reculé devant l'emploi des termes propres, persuadé qu'une science ne s'apprend pas sans la terminologie qui lui est particulière; mais nous les avons toujours définis, de manière à nous rendre parfaitement intelligible. Cet ouvrage a été écrit avec la constante préoccupation d'être à la fois agréable et utile : utile par l'exactitude des faits avancés, agréable par une exposition simple et claire ; nous ne nous sommes pas borné à décrire ; nous nous sommes efforcé de faire saisir les rapports généraux qui relient les diverses fonctions ; les transitions qui expliquent la diversité des formes, et qui conduisent des types aux dérivés ; les analogies étroites des organismes et leur orientation autour d'une réalisation primordiale.

Notre travail s'adresse à ceux qui s'intéressent

à la science, et que ne laissent pas indifférents les progrès de l'esprit humain dans ses travaux les plus nobles, qui sont l'étude et la pénétration des secrets de la nature vivante. Ceux que ces progrès laissent froids, qui préfèrent la fiction à la réalité, et qui dédaigneraient d'abaisser leur œil jusqu'à l'oculaire d'un microscope, sans se douter du monde enchanté dont un seul regard leur révélerait l'existence, ceux-là ne tourneront pas ces pages. D'ailleurs, nous n'avons pas écrit pour eux, et nous serons pleinement satisfait si nous avons fait notre livre assez intéressant, assez exact et assez clair pour instruire ceux qui ne savent pas, et qui veulent savoir, pour rappeler à ceux qui savent ce qu'ils ont appris, et peut-être pour leur permettre de résoudre une de ces questions que nous avons dû effleurer, mais que notre peu d'autorité ne nous a pas permis de trancher. Nous n'avons pas d'autre ambition.

A. ACLOQUE.

Auxi-le-Château (Pas-de-Calais), 15 octobre 1891.

LES CHAMPIGNONS

CHAPITRE PREMIER

NATURE DES CHAMPIGNONS

Nature des champignons. — Champignons mobiles, myxomycètes; zoospores. — Affinités des champignons et des lichens. — Définition des champignons. — Hypothèse de la génération spontanée.

Règne animal et règne végétal. — On divise la nature vivante en deux grands embranchements ou règnes, qui sont le *règne animal* et le *règne végétal*.

Ces deux grandes divisions, dans leurs représentants les plus parfaits, sont bien caractérisées : on connaît par l'expérience plus encore que par la définition leurs attributs respectifs, et tant que les barrières qui les séparent resteront debout, l'on ne s'avisera jamais de ranger, par exemple, un chien ou un cheval parmi les plantes, ou une rose parmi les animaux.

Cela est bien évident pour les êtres d'organisation supérieure; mais si nous descendons la série dans les deux règnes, nous arriverons nécessairement à un point où la certitude fera place au doute.

Il y a tout en bas de l'échelle zoologique des êtres qui semblent participer à la fois des deux natures, qui ont des organes comme ceux des animaux, et qui s'épanouissent comme des fleurs ; au bas de l'échelle botanique des êtres qui sont pendant la première phase de leur existence de véritables animaux doués de mouvement, mais qui se fixent bientôt et ne vivent plus que de la vie végétative. Ce sont, pour les premiers, des *anthozoaires*, des *polypiers* ; pour les seconds, des *algues* et précisément certains *champignons*.

Que l'on remonte ou que l'on descende la série des êtres, partout on découvre des rapports de transition, progressivement plus complexes, qui forment de l'ensemble des espèces une chaîne continue, ayant pour extrémités : d'un côté, l'épanouissement parfait de toutes les facultés et de tous les attributs accordés à la matière, et, de l'autre, le rudiment de l'existence, la cellule, l'atome plasmique auquel on refuserait presque la vie, s'il n'était impossible de lui trouver une autre destination.

L'abîme infranchissable en apparence qu'on croirait placé entre les deux règnes n'existe pas : les algues mobiles semblables à des polypes unissent la série animale à la série végétale.

C'est ainsi que toutes les productions de la nature vivante, quel qu'en soit le nombre et quelle que soit la différence qui sépare les plus rudimentaires des plus parfaites, sont unies par des caractères communs déduits les uns des autres.

Les divers types ne sont pas isolés dans la série ontologique ; les formes définies autour desquelles se groupent des dérivés plus ou moins distincts, et qui constituent proprement les genres naturels, touchent toujours par quelque point aux formes voisines.

Et cependant, jusqu'à présent, nous devons considérer l'animal comme essentiellement distinct du végétal, et nous n'avons pas le droit de conclure à leur identité absolue, ni de les confondre en une seule chose, la chose vivante, l'être, sans donner à l'un une nature et un but que l'autre ne connaisse pas.

Quelle est cette nature ? Quel est ce but ? Où placer une ligne de démarcation exacte entre les deux règnes ? Où trouver le caractère fondamental qui soit une base certaine et incontestable de séparation entre les deux séries ?

Nulle part et partout : dans ces mille détails qui sont l'expression d'une convention, parce qu'on est habitué à les considérer comme essentiels, qui le sont

peut-être, qui ne sauraient se définir, mais qui sont un signe évident auquel l'œil exercé du naturaliste ne se trompe pas.

Cela toutefois n'avance guère la question. Que tous les naturalistes du globe, en effet, s'accordent à considérer l'Éponge ou le Corail comme des animaux, les Algues comme des plantes. S'ensuit-il nécessairement que les polypes ne sont pas des fleurs, et les zoospores des germes animaux? Non, il n'y a là qu'une convention; mais c'est une convention nécessaire.

Car toute classification, si naturelle qu'elle paraisse, est souvent l'œuvre des hommes plutôt que l'œuvre de la nature; tout l'édifice repose sur le choix d'un caractère auquel doivent se subordonner tous les autres, de quelque importance qu'ils soient.

Or, le choix de ce caractère n'est soumis à d'autre loi qu'à celle de l'approbation du plus grand nombre. Celui qui emporte le plus de suffrages est considéré comme le plus important.

Dans l'état actuel de nos connaissances, cette convention est nécessaire. Serait-il plus rationnel, en effet, de se passer de toute classification? Évidemment non; car, admettre que le règne végétal et le règne animal, par des transitions ménagées, empiètent l'un sur l'autre, ou plutôt ne font qu'un, comprenant ainsi toute la série des êtres organisés, qui aurait pour extrémités les animaux et les végétaux les plus parfaits et, pour passer des premiers aux seconds, des êtres mixtes, polypiers ou algues, ce serait en réalité établir des liens de parenté entre une rose et un cheval, ce que nous ne saurions encore faire sans heurter de front toutes les idées reçues.

Étant bien établi qu'il est nécessaire d'admettre deux règnes dans la nature vivante, auquel des deux allons-nous rapporter les champignons? La question est simple en apparence; elle est cependant, en réalité, pleine de difficultés.

Nature des champignons. — Pour la plupart des observateurs, les champignons sont des plantes; cette opinion, généralement adoptée aujourd'hui, a cependant été combattue, et plusieurs auteurs qui rangent aujourd'hui ces êtres parmi les végétaux se sont déclarés antérieurement partisans convaincus de leur animalité.

Pour les champignons d'organisation supérieure, la question est tranchée : les Agarics, les Bolets, les Hydnes, les Lycoperdes sont des plantes, et ils seront considérés comme tels tant qu'on n'aura pas démontré que le règne végétal n'est qu'un mythe, une fiction, un paradoxe, et que les êtres qu'on a toujours appelés des plantes ne sont en réalité que des polypiers.

Dans plusieurs genres cependant le doute est jusqu'à un certain point permis. Deux ordres de faits surtout semblent rapprocher certains champignons de la nature animale; ils sont basés, les premiers sur une analogie de substance et de propriétés, les seconds, sur une analogie de fonctions.

Parlons des premiers. On rencontre un mode singulier de mouvement spontané dans plusieurs espèces de champignons, dont l'organisation peut au premier abord paraître assez complexe, en raison de leurs dimensions et de leur aspect, mais qui sont en réalité inférieures aux formes les plus rudimentaires, puisqu'elles ne comprennent même pas dans leur composition le plus simple de tous les éléments vivants, la cellule.

Ce sont les *myxomycètes*, bizarres organismes qui vivent sur des restes de matières végétales en décomposition, sur de vieux arbres pourris, sur des plantes languissantes, sur du tan.

Pendant la vie de végétation ou de nutrition, ils consistent en une masse informe de protoplasma non disposé dans des utricules, mais absolument libre et d'apparence gélatineuse.

Ce protoplasma, qu'on pourrait regarder comme un amas de matière organique en décomposition, jouit cependant d'une propriété d'ordinaire réservée à des êtres plus nobles, la mobilité : il s'agite sur son support, s'avançant, se reculant, léchant pour ainsi dire la surface qu'il habite ; cela, par un mouvement spontané, qui n'est dû à aucun agent et ne peut pas être considéré comme une fonction, le mouvement sarcodique.

Quand l'époque de la formation des spores arrive, ce mouvement cesse, la masse plasmique se divise en segments qui s'entourent respectivement d'une enveloppe à peine cellulaire, beaucoup moins organisée que le tissu végétal ordinaire.

Parvenus à ce point de leur évolution, les myxomycètes ne sont plus que des conceptacles, des amas de sporanges ; tantôt la cavité centrale est exclusivement remplie de spores ; tantôt celles-ci sont mêlées à des tubes ténus, à parois délicates, sorte de capillitium anastomosés en forme de filet attaché aux parois de l'enveloppe.

Les spores, une fois libres et placées dans une goutte d'eau, se gonflent ; leurs enveloppes ne tardent pas à éclater, et de chacune d'elle sort une masse plasmique arrondie, sans enveloppe, qui s'allonge, se munit à la pointe d'un cil long, flexueux, et se met en mouvement : cette masse constitue une zoospore.

Toutefois les zoospores ne sont pas susceptibles de germination ; elles forment l'individu d'une manière beaucoup plus simple.

A une époque plus ou moins éloignée, elles se rencontrent, perdent leurs cils, se fondent l'une dans l'autre. Il en résulte un corps plasmique doué comme celui dont il provient de mouvements sarcodiques, qui se fond avec un autre et reconstitue l'état primitif.

Ce corps donne à l'analyse, d'une manière bien

accusée, les éléments des matières animales, qu'on retrouve d'ailleurs, quoiqu'en moindre quantité, dans les autres formes charnues, de sorte que la substance tient plutôt du sarcode, ou substance première animale, que de la cellulose, ou substance première végétale.

L'étude de ces caractères avait porté M. le professeur allemand de Bary à proposer l'exclusion des *myxomycètes* du règne végétal, et leur admission dans le règne animal dans le voisinage des *Grégarines*.

Il est à remarquer que l'état gélatineux de ces êtres ne se manifeste que dans la première période de leur existence ; si on suit leur développement, on verra bientôt la pulpe qui les constitue se réduire en une masse de spores mêlées de fils, comme il arrive pour les espèces de Vesseloups. D'où il résulte que l'on peut sans crainte affirmer l'affinité des myxogastres avec les lycoperdes.

Or, la nature végétale de ces derniers n'a jamais été contestée; il n'y a donc pas plus de raison de vouloir faire entrer les myxomycètes dans cette réunion conventionnelle d'êtres qu'on appelle le *règne animal*.

Le second ordre de faits, reposant, comme je l'ai dit plus haut, sur une *analogie de fonctions*, constitue peut-être un argument plus sérieux en faveur de l'animalité de certains champignons. Disons en passant que les formes qui présentent ces phénomènes ont une place incertaine dans la classification, et qu'elles sont rangées par les auteurs tantôt parmi les algues, tantôt parmi les champignons. M. Cooke estime cependant qu'elles doivent trouver place dans cette dernière classe, dans le voisinage des Mucors.

Les *zoospores* des champignons ont été remarquées pour la première fois en 1807 par Bénédict Prévost sur le *Cystopus candidus* Lév., intéressante urédinée dont nous aurons encore occasion de parler.

L'observation a été reprise avec un plein succès par M. de Bary.

Les organes reproducteurs du Cystopus, qui naissent en séries articulées sur des ramifications du mycelium, sont constitués par de petites utricules sporiformes, d'abord globuleuses, puis en cône allongé obtus, qu'on nomme *conidies* ou *zoosporanges*.

Elles sont d'abord pleines d'une matière protoplasmique amorphe, incolore et plutôt transparente ; quand les conditions sont favorables, on voit se former dans ce protoplasma de grandes vacuoles, qui, après avoir passé par un certain nombre de modifications, finissent par disparaître.

Le protoplasma se segmente alors, à peu près comme le vitellus de l'œuf animal parvenu à la période de fractionnement ; chaque petite masse se sépare peu à peu d'une manière distincte de ses voisines, devient polyédrique, et se marque d'une vacuole. Les segments supérieurs s'appliquent alors intimement à la membrane qui les enserre; celle-ci se renfle en forme de vésicule, s'atténue et se creuse à son sommet d'une ouverture circulaire nettement définie. Les parties plasmiques sont chassées une à une par l'ostiole ; mais à ce moment elles ne sont pas encore douées de mouvement.

Dès que le sporange s'est complètement vidé, les zoospores émettent des cils vers la vacuole, et commencent à s'agiter d'un mouvement propre, et à glisser l'une sur l'autre, de sorte que la masse qu'elles forment par leur réunion se meut toute entière par une translation commune. Bientôt cependant les zoospores s'isolent l'une de l'autre, et s'éloignent rapidement de leur lieu d'origine.

M. de Bary a donné une belle description des zoospores devenues libres :

« Elles affectent, dit-il, la forme d'une lentille épaisse, plane-convexe, ou faiblement concave-convexe, et à bords obtus. Vues de face, elles présentent

un contour soit exactement circulaire, soit très légèrement elliptique ; c'est sous une des faces, et ordinairement au-dessous de celle qui est tantôt plane et tantôt légèrement concave, que se trouve immédiatement placée une vacuole disciforme et bien limitée. Celle-ci est toujours fortement excentrique, et même habituellement rapprochée de ce point marginal particulier, qui, pendant le mouvement de la zoospore, regarde en avant, et trahit des pulsations rhythmiques, dès que cette dernière est complètement formée. Vers le centre du corpuscule on peut distinguer un second disque transparent; mais je n'ai pu m'assurer s'il constituait une autre vacuole ou une sorte de nucleus. Au bord de la vacuole pariétale et indicatrice du rostre sont attachés deux cils, l'un plus court et dirigé en avant, vers l'extrémité rostrale, pendant la marche de la zoospore ; l'autre plus long, diamétralement opposé au premier, et qui semble traîner après le corpuscule quand il se déplace. Le mouvement des zoospores est tout à fait celui de la plupart des zoospores des algues ; c'est une translation dans le sens du rostre indiqué par la vacuole, au moyen d'une rotation très vive autour d'un axe parallèle à la direction du mouvement. »

Les zoospores du *Peronospora* ne diffèrent de celles que nous venons d'étudier qu'en ce que les cils naissent en un même point près de la vacuole. Les oospores, ou spores dormantes, qui succèdent à la fécondation de l'oogone par les anthérozoïdes, contiennent aussi une masse plasmique qui se segmente d'une manière identique, et donne naissance à des zoospores; mais, dans ce cas, ces corpuscules, nommés *zoospores oogènes,* sont généralement très nombreux. (Fig. 1.)

Les conditions nécessaires à la germination des zoospores paraissent être l'immersion complète dans l'eau, et la privation de lumière. Leurs mouvements dans le liquide durent ordinairement de deux à trois

heures; alors, ils se ralentissent, les cils disparaissent, la zoospore devient immobile, de lenticulaire prend une forme globuleuse, et s'entoure d'une couche de cellulose.

En quelques instants, le passage d'un règne à l'autre est accompli; la zoospore abandonne tous les caractères qui en faisaient un animal, se fixe, commence à germer, et devient une plante comme l'individu qui l'a produite.

Une plante ?

Parmi les caractères qui séparent l'un de l'autre les deux règnes organiques, il n'en est pas à la fois de plus constant et de plus certain que la faculté de se

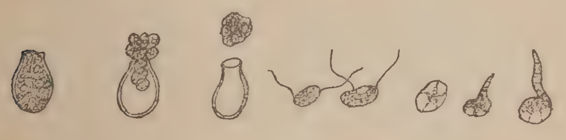


Fig. 1. — Évolution d'une zoospore.

mouvoir. Le mouvement réduit à une simple agitation des membres chez les animaux inférieurs, la locomotion chez les êtres supérieurs, voilà un caractère qui appartient en propre au règne zoologique.

Dans ces conditions, pouvons-nous donner le nom de *plante* à un être doué non seulement de la contractilité propre aux animaux inférieurs, mais encore de la locomotion et de la faculté de se déplacer librement, faculté qui est l'apanage des animaux à organisation plus complexe ? Supposons-le, et voyons ce qui se passe chez les animaux inférieurs, chez les Eponges, par exemple.

A certaines époques de l'année, suivant les observations de M. Grant, les éponges émettent de petits corps globuleux, munis de cils ou tentacules avec lesquels ils se meuvent rapidement dans l'eau. Puis, ces globules se fixent sur un rocher, et germent posi-

tivement, d'une manière tout aussi évidente que les zoospores des champignons.

L'éponge se développe absolument comme un végétal, et cependant le naturaliste qui voudrait aujourd'hui révoquer en doute son animalité ne trouverait pas un partisan. L'éponge est un polypier ; elle est née d'un corpuscule analogue aux zoospores du *Cystopus* ou Rouille blanche. Eh bien! la Rouille blanche n'est-elle pas aussi un polypier? On le voit, la question est grosse de difficultés.

On pourrait objecter peut-être que les organes reproducteurs des polypiers, quelque invraisemblable que cela paraisse, règlent leurs mouvements suivant leur volonté, tandis que les zoospores obéissent simplement à une loi de leur nature, à une condition *sine quâ non* de leur existence. Pour moi, je ne vois pas qu'il soit logique d'accorder aux germes des éponges une liberté qu'on refuse d'ailleurs aux spores du *cystopus*.

M. Cooke propose une autre objection (1) : « Il est à peine nécessaire, dit-il, de remarquer que la présence des zoospores n'est pas une preuve d'animalité; car non seulement ils se présentent chez les Saprolegniées, telles que le *Cystopus* et le *Peronospora ;* mais ils sont communs dans les Algues, dont la nature végétale n'a jamais été contestée. »

Ici, M. Cooke se trompe. Au sujet des Algues, en effet, bien des doutes se sont élevés, et ils étaient autorisés dans certaines d'entre elles, non plus seulement par la présence des zoospores, mais par des phénomènes offerts par l'individu lui-même parvenu à l'état adulte. Et ces doutes ne sont pas récents.

De Candolle disait déjà, au sujet des Nostochs (2) : « Réaumur a observé que les petits globules qui composent les filaments se séparent d'eux-mêmes, et

(1) *Les Champignons.*
(2) Troisième édition de la *Flore française* (1802-1815).

forment de nouvelles plantes; Girod-Chantrans dit que les filaments sont immobiles tant qu'ils sont renfermés dans l'enveloppe, qu'à leur sortie, leurs anneaux se séparent et acquièrent un mouvement rapide; d'où il conclut que les Nostochs sont des polypiers. Vaucher a reconnu le fait découvert par Réaumur; il penche à croire que les Nostochs sont des polypiers, et que chaque filament est un animalcule qui se multiplie par division, et dont il pense avoir vu les mouvements. »

Quelques années plus tard, en 1833, un naturaliste picard bien connu dans le monde savant par ses travaux sur les Thalassiophytes, M. Benjamin Gaillon, s'autorisant de l'opinion de ses prédécesseurs, sans toutefois être aussi affirmatif, réunissait en un groupe flottant pour ainsi dire entre les deux règnes, tous les êtres douteux chez lesquels il avait cru découvrir des preuves d'animalité plus ou moins concluantes.

Il donnait à ces êtres le nom de *Némazoaires* (1), et il leur assignait les caractères suivants : « Les némazoaires sont des productions tantôt filamenteuses, tantôt membraneuses, cloisonnées ou continues, formées d'une sorte de mucus sans tissu cellulaire apparent, constituées par des corpuscules internes doués d'animation, et à une certaine époque de leur existence, de la faculté locomotive. Ces corpuscules microscopiques, que nous nommons *zoadules*, vus à un grossissement convenable, sont ou globuleux comme la tête d'une épingle, et ressemblant alors aux animalcules *monas* de Muller, ou allongés et pointus aux extrémités comme une navette de tisserand, et semblables alors aux animalcules *navicula* de Bory de Saint-Vincent. Ces zoadules représentent de diverses manières le filament, la membrane ou l'enveloppe générale que l'on a longtemps considérée comme plante. Cette enveloppe ou étui, nous l'appelons

(1) *Prodrome des genres et des espèces.*

némate; sa formation ou son développement a lieu tantôt par l'élongation du globule-mère qui renferme en lui-même une génération de jeunes zoadules, lesquels, à mesure qu'ils augmentent de volume et pullulent entre eux, forment et prolongent par leur exsudation le tube qui leur sert d'habitation; d'autres fois, la formation de la némate a lieu par la jonction ou la juxtaposition sur une seule ligne des globules ou des navicules reproducteurs; plus souvent les globules et les navicules, sortes de cases matrices, émettent à leur extrémité un nouveau globule, sorte d'essaim renfermant de très jeunes zoadules, lequel, après son évolution, en reproduit un nouveau, et ainsi successivement jusqu'à l'entière formation du filament. »

Le groupe des némazoaires, tel que l'a établi M. Gaillon, comprend des productions que les botanistes rangeaient avant lui dans les Algues, parmi les conferves, les oscillatoires, les nostochs, les hydrophytes, et dans les Champignons, parmi les *Mucor*, les *Botrytis*, les *Monilia* et les *Aspergillus*. Il renferme 38 genres et 122 espèces.

On le voit, les doutes portaient sur un assez grand nombre d'êtres pour que M. Cooke ne soit pas en droit de dire que la nature végétale des algues n'a jamais été contestée.

Les auteurs modernes s'accordent à ranger parmi les plantes toutes les formes de champignons dont la nature a été contestée. Mais il est évident que la présence des zoospores et la faculté locomotive dont sont doués ces êtres pendant la première phase de leur existence, constitueront toujours un obstacle sérieux à la parfaite légitimité de ce classement, d'autant plus que dans toutes les formes où la reproduction sexuelle a été constatée, on a trouvé des anthérozoïdes douées d'un mouvement propre, représentant évidemment l'organe mâle, naissant dans une cellule qui se forme par étranglement au sommet de petits

rameaux émanant du mycelium, et ayant pour fonction de transformer l'oogone en oospore.

Affinités des champignons et des lichens. — Quoi qu'il en soit, puisqu'on doit regarder les champignons comme des formes végétales, il est indispensable d'étudier leurs affinités, et par suite d'assigner à cette classe d'êtres la place qu'elle doit occuper dans la nomenclature.

Les champignons sont en étroite connexion avec les Lichens, sous tous les rapports. Cette connexion porte surtout sur l'appareil reproducteur, le mode de formation des réceptacles, la propagation des spores et la germination.

Les analogies ne sont pas absolument générales : il est impossible, en effet, d'établir des rapports entre la fructification des hyménomycètes, d'un agaric, par exemple, et celle des espèces de *Parmelia ;* elles s'appliquent seulement aux espèces sporidiifères ou thécasporées, dont les représentants les plus inférieurs offrent des caractères de transition nettement accusés.

Dans ces plantes comme chez les Lichens, les sporophores immédiats sont constitués par de grandes cellules ovoïdes ou claviformes, renflées au sommet, et renfermant un nombre variable de germes ou sporidies.

Ces sporophores se nomment *thèques* ou *asques;* ils sont réunis en nucleus ou à la surface d'un hyménophore charnu, gélatineux, cireux ou coriace, et sont toujours accompagnés de grandes cellules stériles allongées, qu'on nomme *paraphyses*, et qu'on regarde comme des asques normalement abortifs.

Voici maintenant comment, dans les deux classes, les asques engendrent les sporidies. Lorsque la cellule enveloppante a atteint la taille qu'elle doit garder, un nucleus apparaît à la partie supérieure et le protoplasma s'amasse autour de ce nucleus, au centre

duquel se développe bientôt un nucléole doué d'une grande capacité réfringente.

Bientôt, un second nucleus apparaît, puis quatre, puis huit, d'autant plus petits qu'ils sont plus nombreux. Le protoplasma devient le siège d'un travail de partition intime, et se divise en huit segments à peu près égaux, ayant chacun à son centre un nucleus. En même temps naît une fine membrane qui entoure chaque masse plasmique, et délimite les sporidies ; celles-ci se trouvent ainsi constituées, et s'accroissent par une sorte d'absorption du protoplasma ambiant.

Le stroma des champignons porte, comme le thallus des lichens, des réceptacles particuliers, pycnides et spermogonies, renfermant des organes dont la véritable nature est encore discutée, et qu'on nomme suivant leur forme *spermaties* ou *stylospores*.

L'analogie est encore complétée par le mode de germination des spores. Celles-ci, dans la plupart des cas, émettent un tube-germe, dont les ramifications en s'anastomosant forment un plexus primitif, qui devient la base et l'origine des tissus cellulaires, et qui prend le nom de *prothallus* chez les lichens, de *promycelium* chez les champignons.

Ces rapports ont donné naissance à une singulière théorie exposée vers 1868 par M. Schwendener, et d'après laquelle chaque lichen individuel ne serait qu'une algue rudimentaire enveloppée d'un champignon parasite. Il est établi que les gonidies des lichens, qu'on peut cultiver en dehors du thallus, peuvent toujours être rapportées à une espèce d'algue, et que la connexion entre l'hypha et la gonidie est d'une nature telle qu'elle exclut l'hypothèse de la production d'un des organes par l'autre.

M. Nylander considère les cellules gonidiales comme faisant absolument partie de la forme spécifique des lichens, et comme étant par leur nature même un organe particulier de ces plantes. Il faut nécessai-

rement conclure de là, si l'on accepte l'hypothèse de M. Schwendener, qu'un organe peut être en même temps un parasite de l'être dont il accomplit des fonctions vitales : il est évident qu'il y a là une contradiction.

Du reste, l'observation directe enseigne que la matière verte se développe originairement dans la cellule primitive qui porte la chlorophylle ou le phycochrome, et que par conséquent sa production n'est pas due à un parasitisme quelconque.

L'alliance d'une algue avec un champignon pour former un lichen est d'ailleurs fort problématique, pour la raison que, même en laissant de côté la véritable nature des gonidies, il est impossible de trouver des rapports d'identité entre les autres parties de l'être considéré et l'hypha des champignons; celui-ci, en effet, est mou, à parois minces, nullement gélatineux, tandis que les éléments anatomiques des lichens sont fermes et élastiques.

D'où l'on peut conclure qu'il faut considérer les lichens et les champignons comme distincts les uns des autres, quoique ces deux sortes de plantes soient étroitement unies, et que certaines formes de transition soient difficiles à rattacher plutôt à l'une qu'à l'autre.

Définition des Champignons. — Cela posé, qu'est-ce qu'un champignon ?

Voilà une question qui paraîtra oiseuse ; il n'est personne, en effet, qui ne sache reconnaître, au moins dans la grande majorité des cas, un champignon d'entre toutes les autres plantes phanérogames ou cryptogames. Et cependant, s'il s'agissait d'en donner une définition exacte, parfaitement applicable à la catégorie d'êtres qu'elle doit désigner, beaucoup seraient embarrassés.

Le fait est qu'il est bien difficile de différencier les champignons des autres végétaux par des caractères

positifs, et qu'il serait beaucoup plus aisé de dire ce qu'ils n'ont pas que ce qu'ils ont.

Essayons donc d'une définition claire, précise, à laquelle il soit impossible de se tromper. Les champignons sont des végétaux exclusivement cellulaires, végétant par un mycelium, portant leurs germes reproducteurs sur une membrane particulière ou hymenium, la plupart parasites sur d'autres végétaux morts ou vivants, et dont le caractère constant est d'être absolument privés de chlorophylle, et de ne donner jamais d'oxygène lorsqu'on les expose sous l'eau au soleil. Leur consistance est tantôt charnue, tantôt gélatineuse, tantôt coriace, tantôt filamenteuse. La forme la plus générale, chez les espèces charnues, est celle d'un chapeau d'apparence diverse, sessile ou porté sur un stipe de nature variable.

Les champignons sont pour la plupart des végétaux parasites. Cette loi, cependant, n'est pas constante. Un certain nombre d'espèces vivent sur la terre nue, d'autres sur la pierre et même sur des métaux. Plusieurs, et surtout des champignons charnus, viennent sur le bois mort ou pourri; d'autres sur des matières végétales en décomposition; d'autres encore, et ceux-là sont les vrais parasites, sur les végétaux vivants, tantôt sur leurs racines, tantôt sur leurs tiges, leurs feuilles, leurs fleurs même.

Quelques-uns enfin implantent leur mycelium dans le corps encore vivant de différents insectes. La maladie nommée *muscardine*, qui réduit en une masse farineuse blanchâtre le corps du ver à soie, est due à un champignon du genre *Stachylidium*. Différentes chenilles, plusieurs espèces de coléoptères, le hanneton, entre autres, un diptère, la mouche des maisons, succombent souvent aux attaques de petits champignons parasites.

On peut dire d'une manière générale, abstraction faite d'un nombre relativement restreint d'exceptions, que les champignons vivent et prospèrent dans des

conditions qui seraient pour les autres végétaux une cause de mort.

Ce sont des plantes amies de l'ombre, de l'obscurité; elles s'accommodent fort bien des endroits renfermés, sans air; elles croissent, nombreuses et vigoureuses, sur les vieilles murailles où suinte une humidité malsaine, dans les caves où ne pénètre jamais le moindre rayon de soleil. La trop grande lumière les tue; elles s'étiolent par la sécheresse. Il leur faut pour vivre et se développer les pluies abondantes et froides de l'automne, ou la température à peine tiède du printemps. Les formes supérieures qui ne craignent pas les ardeurs de l'été sont peu nombreuses et appartiennent à quelques genres particuliers, *Boletus, Russula, Lactarius*, dont les représentants émettent des réceptacles robustes, vivaces, qui persistent jusqu'à l'époque des gelées. Les individus naissent d'ailleurs sur les lisières des bois ou dans les taillis ombreux où règne une tiède humidité. Les espèces qui habitent les endroits découverts, le bord des chemins ou les pâtures n'apparaissent que plus tard, vers le commencement de l'automne. Il convient de faire exception pour quelques types coriaces de *Marasmius* ou de *Polyporus*, dont la consistance très sèche ne réclame que peu d'humidité.

Les champignons ne présentent pas moins de diversité dans leurs couleurs que dans leurs formes. Ils affectent toutes les nuances des couleurs fondamentales, depuis le blanc le plus pur jusqu'au brun et même au noir intense. La plupart sont revêtus de couleurs sombres, et se partagent le jaune, le fauve, le gris; d'autres ont un habit plus voyant, rose tendre, rouge foncé, bleu, violet, blanc d'ivoire, vert. Une remarque cependant à propos des champignons verts : dans ces plantes, cette coloration n'est jamais due à la chlorophylle, dont l'absence est au contraire un signe constant qui distingue les végétaux de cette classe ; il faut l'attribuer

au pigment propre qui remplit les cellules sous-cutanées.

Il est certaines espèces qui ne le cèdent en rien aux fleurs des plantes phanérogames pour la richesse, la vigueur, l'éclat ou la délicatesse du coloris. L'oronge vraie, par exemple, a la surface supérieure du pileus d'un magnifique fauve orangé brillant, qui lui a valu son nom; plusieurs hygrophores semblent taillés dans un morceau d'ivoire le plus pur; certains agarics ont des reflets d'or ou de métal bruni; d'autres ont la richesse luxueuse et éclatante du satin. Plusieurs Amanites ont le chapeau tacheté de plaques blanches, qui sont les débris de la membrane du volva restés adhérents au pileus, et qui les font ressembler de loin à la fourrure mouchetée d'une panthère. On trouve fréquemment sur les branches tombées à terre de petits globules fongoïdes, appelés *tuberculaires*, qui sont la forme à conidies d'un champignon sphériacé, et dont la surface est recouverte d'une poussière farineuse d'un rose vif, dont la simplicité rehausse encore la richesse. Les cupules des écidiums sont remplies d'une poussière jaune ou rouge très agréable à l'œil.

Les champignons ont presque tous une odeur *sui generis*, qu'on ne retrouve dans aucune autre plante, et qui est quelquefois assez forte pour révéler d'une manière certaine leur présence. C'est l'odeur fongoïde, c'est l'odeur de moisi qui s'échappe des endroits renfermés, humides et non aérés. Elle est plus ou moins prononcée suivant les espèces; tantôt elle est forte, et dans ce cas n'a rien de bien agréable, au contraire; tantôt elle est délicate, parfumée, et l'odorat la respire avec plaisir : c'est le cas des agarics comestibles, des truffes. La présence de cette odeur appétissante est une marque de la bonne qualité du champignon.

Les espèces vénéneuses renferment, en effet, des principes acides, nitreux, qui se révèlent facilement à l'odorat, et autorisent le doute et la répulsion. A part cette odeur générale, certaines espèces en ont une

particulière, ordinairement très désagréable. Le *Phallus impudicus* DC est certainement, parmi les champignons indigènes de la France, celui dont la senteur est le plus fétide. Cette senteur est tellement forte qu'elle suffit pour révéler la présence de l'individu qui la produit, alors même qu'il serait caché aux regards.

Quelques espèces ont une odeur qui ressemble beaucoup à celle de la chair en putréfaction, entre autres une variété du *Thelephora palmata* Fries, chez laquelle elle est positivement intolérable.

Certaines formes de *Marasmius* accusent une odeur d'ail prononcée, qui fait que dans quelques pays on s'en sert pour aromatiser les sauces. L'odeur exhalée par l'*Hygrophorus cossus* Sow, est absolument analogue à celle de la larve de la mite de la chèvre, d'où son nom. D'autres champignons, et ceux-là sont assurément vénéneux, accusent une certaine quantité de principes nitreux, et ont une odeur qui rappelle celle de l'eau-forte.

Il y a dans certains genres une odeur particulière qui permet de reconnaître les espèces qui leur appartiennent quand les autres caractères se sont évanouis; ainsi, toutes les espèces de Lactaires se reconnaissent parfaitement à l'odeur, même quand leurs feuillets ne sont plus lactescents. Il en est de même pour les Russules vénéneuses.

Puisque j'ai parlé des champignons vénéneux, je voudrais en passant, et sans m'appesantir, faire disparaître ce préjugé très répandu, d'après lequel il y aurait des règles fixes pour distinguer les espèces bonnes à manger de celles qui ne le sont pas. Sans doute les espèces dangereuses ont toutes des caractères communs; on admet qu'il faut rejeter celles qui offrent les marques d'une décomposition chimique rapide, qui changent de couleur aussitôt qu'elles ont été cueillies, qui offrent des teintes violacées ou pourpres.

Ce sont là des observations générales, vérifiées dans

la plupart des cas, mais non toutefois rigoureuses. Il peut y avoir des exceptions à la règle. Le meilleur, et l'on pourrait dire le seul sûr procédé serait d'apprendre à connaître les espèces de champignons, comme l'on apprend à distinguer les espèces de fleurs, et d'observer par l'expérience leurs propriétés bonnes ou mauvaises; puis, cela établi, de se borner à manger les champignons reconnus bons, et de rejeter tous ceux qu'on ne connaît pas, quelque analogie qu'ils puissent avoir avec les espèces comestibles.

Il y a encore un autre préjugé: c'est celui de l'abstention irraisonnée, et qui ne veut pas se laisser convaincre. Ceux qui obéissent à ce préjugé se privent ainsi d'un aliment délicat, sain; mais au moins, ils ont la certitude qu'ils ne seront pas empoisonnés. Il n'y a cependant pas de motifs de se défier des champignons reconnus inoffensifs par une longue expérience et un usage de tous les jours.

On pourrait peut-être citer à l'appui de ce préjugé l'exemple de l'empereur romain Claudius, empoisonné par un plat de morilles, ou les empoisonnements plus récents par des truffes. Mais il est certain que les truffes ne nuisent que si elles sont altérées, et il est fort probable que les morilles de l'empereur romain étaient dans un état de décomposition avancée. Nous indiquerons d'ailleurs dans le cours de cet ouvrage les espèces comestibles qui ont le plus de mérite, comme aussi les espèces vénéneuses les plus dangereuses.

Hypothèse de la génération spontanée.—Avant de clore ce chapitre, je voudrais appeler l'attention du lecteur sur une hypothèse qu'on a essayé de faire revivre dans ces derniers temps, et d'après laquelle certaines formes de champignons se produiraient, dans diverses solutions, d'une manière spontanée.

Cette théorie de la génération spontanée des champignons n'est pas nouvelle.

Pline en fait un produit du limon et de l'humidité de la Terre (1), ou une excrétion des racines des arbres. Bauhin reproduit presque textuellement cette opinion (2), et écrit que les champignons et les truffes ne sont autre chose que le résidu de la putréfaction des matières végétales ou animales. En 1719, Dillenius écrivait que les champignons sont des sortes de plantes stériles, qui tirent leur origine de la fermentation putride, ce qui, pour lui, explique parfaitement comment ces êtres sont surtout abondants par les temps pluvieux, et possèdent une structure molle et spongieuse.

Les divers auteurs qui se sont occupés de ce sujet semblent du reste avoir mis bien de la mauvaise volonté à se rendre à l'évidence. Mouton-Fontenille écrivait en 1805. « Nous avons divisé les champignons d'après la méthode de Dillen, préférablement à celle de Micheli, parce que celle du premier est sensible pour tout le monde, et celle du second ne peut être vue qu'avec des yeux de lynx ; cependant Micheli a fait un beau travail sur cette famille, ainsi que sur celle des mousses et des algues. On lui doit la découverte de leurs fructifications, telles qu'elles sont connues jusqu'à ce moment. »

Treviranus, Frenzel, Rudolphi refusèrent d'adopter les idées nouvelles. L'illustre Fries lui-même, dédaignant l'emploi du microscope, n'eut pas sur les germes des champignons des notions beaucoup plus exactes et plus étendues que ses prédécesseurs.

De nos jours, on a repris cette hypothèse de la génération spontanée, en l'appliquant à certaines formes inférieures, l'*Aspergillus* par exemple, comme on l'a fait pour les Infusoires, et les autres micro-organismes du règne animal. M. Pouchet écrit (3) :

« On voit se produire des animalcules et des crypto-

(1) Pline. *Histoire naturelle* l. XXII.
(2) Bauhin. *Pinax.*
(3) F.-A. Pouchet. Mémoire présenté à l'Académie en 1858.

games divers dans des matras où tout germe organique a été préalablement détruit, où l'air ne parvient qu'après avoir été amplement lavé dans de l'acide sulfurique concentré, ou avoir traversé un labyrinthe de fragments de porcelaine ou d'amiante portés à la chaleur rouge. Il ne s'agit que de conduire rationnellement ces expériences, et d'en faire l'examen en temps opportun et avec toute l'attention nécessaire. Mes nombreuses expériences démontrent jusqu'à l'évidence que l'air atmosphérique ne peut être et n'est pas le véhicule des germes des proto-organismes. »

Des expériences plus directes ont été faites sur les champignons inférieurs par M. Trécul, qui a cru reconnaître que des cellules de levûre ou des cellules analogues peuvent se former en l'absence de tout germe préexistant dans le moût de bière, ou dans une solution de sucre. Ces expériences tendent à démontrer l'origine purement moléculaire des moisissures ou des infusoires observés. Les molécules formeraient de petites masses, sur lesquelles une petite tige prendrait bientôt naissance ; l'organisme ainsi constitué donnerait des cellules-bourgeons bientôt chargées de tubes végétatifs portant à leur sommet les sporules caractéristiques de l'espèce.

Les cellules de la levûre ne contiennent pas les mêmes éléments que les cellules qui naissent dans les solutions sucrées; mais toutes cependant peuvent s'élever à la forme immédiatement supérieure, ou *Penicillium*, dont les spores peuvent à leur tour se transformer en levûre. Le penicillium se produirait ainsi spontanément. Les corps globuleux primitifs, formés par la réunion des molécules originelles, se nomment *Torula* ; leur premier produit est un filament terminé par des spores nues, et formant alors un penicillium, ou par un sporange, qui devient le signe distinctif d'un champignon mucoriné.

Il est à remarquer que, en raison des lois du polymorphisme, cette dernière forme, que l'auteur a con-

fondue avec l'*Aspergillus*, à moins qu'il n'ait voulu désigner sous ce nom les conceptales sporidiifères d'*Eurotium*, lesquels sont en connexion intime avec les filaments à spores nues, peut très bien être considérée comme l'état le plus élevé d'une même plante ayant passé par ces trois phases successives, comme le terme du cycle d'évolution d'un même être. Mais l'origine de cet être est-elle véritablement une molécule née spontanément ?

Pour admettre les conclusions que tirent de leurs travaux les partisans de la génération spontanée, il faut supposer une condition préliminaire indispensable, à savoir l'absence absolue de tout germe. Cette condition a-t-elle été remplie ? Les études de M. Pasteur ont démontré, pour les microbes, que si l'air qui arrive aux solutions est privé des poussières reproductrices, les organismes ne s'y développent pas, et que si on reprend ces poussières pour les semer dans des liquides appropriés, la vitalité y reparaît dans toute son intensité. L'absence de germes a amené comme résultat très naturel l'absence de microbes.

N'est-il pas logique de penser que ce qui est prouvé pour les microbes est vrai aussi pour les champignons inférieurs, et que si les milieux fertiles ont présenté des formes fongoïdes développées, c'est que tous les germes n'avaient pas été exclus ? C'est l'opinion la plus générale.

Peut-on admettre d'ailleurs que des formes identiques de moisissures peuvent naître, les unes spontanément, les autres de germes préexistants? Je ne pense pas que deux phénomènes si opposés soient logiquement conciliables, et je considère ce fait comme l'argument le plus sérieux qu'on puisse opposer à la théorie de la génération spontanée.

Voici du reste sur cette question l'opinion d'un des maîtres de la science contemporaine, M. Milne-Edwards : « L'hypothèse de la génération spontanée,

dit-il, c'est-à-dire de la production d'êtres vivants par de la matière morte ou qui n'a jamais vécu, est non seulement inutile, et par conséquent injustifiable, pour expliquer la multiplication des animalcules microscopiques dont les infusions se peuplent si souvent au contact de l'air ; elle est aussi en désaccord avec des faits bien constatés. Effectivement, si la naissance de ces corpuscules vivants était due seulement aux propriétés de la matière organisable, de l'eau et de l'air, la formation de ces petits êtres devrait avoir constamment lieu, quand les substances que je viens de citer se trouvent en présence et que la température est convenable pour le développement de pareils produits, de même que dans les réactions chimiques les molécules obéissent invariablement aux lois de l'affinité. Or, M. Pasteur a montré que cela n'est pas, que le jeu des forces physiques ou chimiques dont ces matières sont douées ne suffit pas pour les transformer en un corps organisé et y développer la puissance vitale, mais que l'introduction des germes organiques qui sont charriés par l'atmosphère y détermine l'apparition d'êtres vivants, pourvu que ces corpuscules reproducteurs n'aient pas été tués par l'action de la chaleur ou par quelque autre cause. »

Ces diverses considérations nous paraissent établir d'une manière évidente que l'hypothèse de la génération spontanée doit être mise au nombre des erreurs scientifiques, bien que l'apparence semble parfois lui donner raison, et que l'axiome : *omne vivum ex ovo*, ne se trouve nullement contredit par le mode de génération des champignons inférieurs.

CHAPITRE II

APPAREIL VÉGÉTATIF

Fonctions des phanérogames et des cryptogames. — Mycelium. — Formes, variabilité, origine du mycelium. — Modifications stériles; byssus. — Mycelium hibernant; sclérotes. — Base commune byssoïde. — Durée du mycelium. — Importance du mycelium dans la classification.

Fonctions des phanérogames et des cryptogames. — Un des grands caractères des plantes phanérogames est d'avoir un axe et des organes appendiculaires distincts l'un de l'autre, et différant non-seulement dans leur forme, mais encore dans leur structure, leur composition et leur nature. Les organites qui les constituent, bien que composés des mêmes principes, subissent, suivant la fonction qu'ils sont appelés respectivement à remplir, des modifications plus ou moins importantes, qui empêchent d'identifier chacun d'eux avec son voisin.

Les actes que ces organites doivent accomplir, et qui sont dus aux influences vitales réglées par les caractères et les formes, se rapportent tous à deux fonctions : la nutrition, qui a pour but la conservation de la vie individuelle, et la reproduction, qui a pour but la conservation et la transmission de l'existence spécifique. Chacune de ces fonctions a ses organes spéciaux : la nutrition s'opère par des racines, qui fixent la plante à son support, et par lesquelles elle puise sa nourriture; par une tige et des feuilles, dont l'ensemble constitue sa forme propre pendant une grande partie de son existence; la reproduction s'opère par des fleurs et des organes annexes.

Les fonctions des cryptogames ne diffèrent pas en elles-mêmes des fonctions des phanérogames; mais le mode suivant lequel elles s'accomplissent n'est pas identique dans les deux séries. Dans les dernières,

chaque organe a une destination séparée : les racines aspirent les éléments nutritifs; les vaisseaux de la tige les transportent par capillarité jusqu'aux feuilles, où se fait le difficile travail d'élaboration, qui conserve les principes utiles et rejette les principes pernicieux; les feuilles, outre cette importante attribution, servent encore à l'évaporation et à la respiration ; les fleurs, enfin, sont chargées de la reproduction.

Chez les cryptogames, les deux fonctions, nutrition et reproduction, sont nettement limitées; mais un seul organe accomplit la première, un seul la seconde. Sans doute, les parties aériennes chlorophyllées servent-elles à la respiration; mais il n'y a pas proprement, pour accomplir séparément les divers actes de nutrition, d'organes spéciaux; les racines, les feuilles, la tige, ou plutôt les formes apparentes de ces diverses parties, ne sont que des modifications de la même substance dues à leur position respective; d'où il résulte que c'est le même organe qui accomplit les actes successsifs de la fonction tout entière. Quant à la reproduction, elle est confiée à des réceptacles particuliers, qui dérivent des organes de la nutrition, qui sont composés des mêmes principes, qui n'en diffèrent que dans leur aspect, et qui sont souvent plus apparents qu'eux.

Dans certaines formes inférieures, l'homogénéité de la composition est si bien respectée que le même organe est chargé à la fois des deux fonctions, et qu'en même temps qu'il entretient la vie individuelle, c'est-à-dire, sa vie propre à lui, il produit par sa division spontanée une génération de nouveaux êtres qui lui ressemblent. Cependant, dans les cas les plus ordinaires, l'appareil reproducteur comprend un réceptacle et des corpuscules contenant en germe une plante semblable à celle dont ils proviennent.

Mycelium. — Ces considérations générales, nécessaires pour montrer les rapports qui existent entre le

stratum rhizoïde et le réceptacle chez les champignons, étant acceptées, nous étudierons successivement les organes végétatifs et les organes reproducteurs. Dans ces plantes, il n'y a pas comme chez les Lichens, leurs alliés immédiats, de radicules ni de thallus apparents; on ne voit guère au jour que leurs réceptacles supportant les spores. Mais ceux-ci sont loin de constituer la partie essentielle de leur forme; ils émanent d'organes végétatifs dont l'existence, pour avoir été longtemps méconnue, n'en est pas moins réelle.

La tige et les racines sont représentées par un seul et même organe, nommé *mycelium*, le plus souvent caché dans la terre, le bois, en un mot, dans la substance qui sert de support à l'hyménophore. Ce mycelium est toujours composé de fibres filamenteuses quelquefois colorées, plus souvent incolores ou blanches, qui s'étendent en rayonnant du centre, représenté par le point où la spore originaire a commencé à germer, à la périphérie, laquelle s'étend d'une manière constante, mais irrégulière, en raison des obstacles qu'elle rencontre, et qui s'anastomosent en réseau ou en tissu feutré.

Formes, variabilité, origine du mycelium. — La disposition des fibres constitutives du mycelium en a fait distinguer quatre sortes : il est *nématoïde*, quand ses filaments sont cylindriques, distincts les uns des autres, évidemment ramifiés; *hyménoïde*, quand les filaments ne sont pas distincts, mais rapprochés en tissu compact, serré, analogue au feutre ; *sclérotioïde*, quand les filaments sont réunis en une masse charnue ou coriace, dure, épaisse, composée d'un épiderme hétérogène et d'une partie interne distincte, qui la font ressembler à un corps organisé, mais cependant d'une texture parfaitement homogène; *malacoïde*, quand les filaments forment des masses pulpeuses, molles.

Ces différents modes d'union des filaments mycéliaux sont dus à deux ordres de causes : les unes se rapportent à la forme spécifique, les autres aux influences extérieures qui peuvent agir accidentellement sur le développement de l'individu et modifier ses tendances normales. Les premières sont constantes, ou plutôt elles ne peuvent être troublées dans leur action que par les secondes, qui sont de nature diverse, et sont presque exclusivement relatives aux conditions qui règlent l'accroissement du végétal, habitat, station, aliments puisés.

Il est certain que la nature des substances habitées par les espèces est variable entre certaines limites ; une spore, en effet, provenant d'une forme qui fréquente d'ordinaire les terrains argileux, peut parfaitement se développer sur un sol calcaire ; mais il est vraisemblable que dans ce cas, le mycelium, se trouvant arrêté dans son évolution par la résistance du terrain, se modifiera, et, au lieu de s'accroître en étendue, s'accroîtra en épaisseur. Cette modification de l'organe végétatif ne serait pas d'ailleurs la seule qui se manifesterait dans un champignon croissant dans une station anormale, et c'est surtout à cette influence qu'il faut attribuer les variétés qui s'éloignent à différents degrés des types spécifiques.

Ceux-ci sont constitués par un ensemble de caractères qui varient avec chaque forme particulière, mais qui sont généralement assez constants pour toutes les formes appartenant à un même groupe. Ainsi, pour nous en tenir au mycelium, nous voyons que dans la très grande majorité des espèces charnues, il est formé de filaments anastomosés en membrane ou en réseau, tandis que chez les espèces à sporophores filamenteux, les fibres qui le constituent sont le plus souvent dressées, septées, rayonnantes, de manière à lui donner un aspect velu et hérissé.

Dans ce dernier cas, les rameaux sporifères diffé-

rent moins des rameaux stériles, qui constituent proprement la partie végétative, ce qui établit une complète analogie entre cette partie et le réceptacle; cette analogie et la dépendance mutuelle de l'hyménophore et du mycelium sont d'ailleurs partout très réelles, bien que dans les formes charnues elle soient moins faciles à démontrer.

Il faut reporter la genèse du mycelium aux premières manifestations de la vitalité dans la spore. Celle-ci, sous l'influence des divers agents capables de déterminer la germination, de l'humidité, de la chaleur, en particulier, et d'autres forces encore inconnues, émet, selon le mode et dans la forme réglés par les obligations spécifiques, un ou plusieurs tubes-germes, dans lesquels passe tout le protoplasma originairement contenu dans la cavité sporique, et qui tantôt se couronnent de sporules ou spores de seconde formation, qui sont proprement les organes reproducteurs, tantôt se ramifient directement et constituent un promycelium sur lequel le mycelium va se développer.

On retrouve partout cet état byssoïde du champignon dans la première phase de son évolution. Les ramifications, en se multipliant et en se réunissant, forment le plexus fondamental qui constitue le premier état du mycelium, alors que dans quelques cellules de cet organe s'éveillent les facultés reproductrices. A cette époque de son existence, le mycelium correspond au thallus des lichens, comme le promycelium correspond au prothallus.

Au point de rencontre des filaments fertiles, d'après ce qu'on sait par les observations très peu nombreuses qui ont été faites sur la fécondation, apparaissent les rudiments des réceptacles, et dès lors la forme de l'individu se trouve composée de tous ses éléments constitutifs. Cela, pour le mycelium filamenteux. Dans les quelques espèces connues où le mycelium affecte la forme de ces organismes qu'on avait décrits

comme des êtres parfaits sous le nom de sclérotes, son évolution suit une marche moins rapide et un peu différente; mais, dans tous les cas, les observations recueillies permettent d'affirmer que la forme byssoïde (Fig. 2) est le premier état du champignon.

Fig. 2. — Mycelium byssoïde.

Modifications stériles; byssus. — Le mycelium est le plus souvent fertile, c'est-à-dire, fournit et porte des organes reproducteurs lorsque les conditions nécessaires se trouvent réunies; mais, dans certains cas, il reste constamment stérile, et les conditions de la germination paraissent être si nombreuses et si diverses qu'on ne le trouve presque jamais développé. Dans cet état, et quoiqu'il ne soit que la première condition d'un être plus complet, on l'a souvent considéré comme une forme parfaite. Ainsi, jusqu'en ces derniers temps, on a décrit comme des champignons parfaits diverses productions qui ne sont en réalité que des myceliums filamenteux.

Ces productions étaient rangées, avec d'autres d'un aspect un peu différent qui appartiennent aujourd'hui aux Lichens, dans le genre *Byssus*, dont les caractères étaient des filets ramifiés, rayonnants, appliqués ou dressés, disposés en réseau ou en membrane. Les expansions filamenteuses, brillantes, d'un beau blanc argenté ou jaunâtres, qu'on trouve fréquemment sur les murailles des caves humides en plaques de 2-3 millimètres de hauteur, avaient reçu un nom spécifique particulier. Il paraît aujourd'hui bien établi que ce bysse, dont la forme stérile est constante, n'est autre chose que le mycelium d'une espèce de polyporée qui habite les vieilles poutres décomposées, dans les carrières et les mines. De même le *Poria terrestris* Pers., polyporée voisine de la précédente, est regardé

comme l'hyménophore d'un autre bysse ordinairement stérile.

Mycelium hibernant; sclérotes. — Un très grand nombre de myceliums sclérotioïdes, petits amas coriaces à cuticule hétérogène, ont été décrits comme des champignons parfaits sous les noms de *Rhizoctonia* et de *Sclerotium*. Une production bien connue, commune sur les ovaires de la plupart des graminées, et nommée ergot de seigle (*sclerotium clavus* D C) n'est autre chose que le mycelium d'une espèce de Sphérie, le *Claviceps purpurea* (Fig. 3). La spore de cette sphérie germe dans les épis des plantes où elle est parasite, produit un tubercule oblong qui est une masse de mycelium; ce tubercule tombe en terre, et là, trouvant dans la chaleur et l'humidité des conditions favorables à son développement, reproduit une hypoxylée semblable à celle dont il provient.

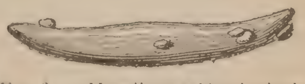


FIG. 3. — Mycelium sclérotioïde de *Claviceps purpurea*.

Un autre sclérote (*Rhizoctonia crocorum* DC) habite les racines de safran et cause des dégâts considérables dans les safranières qui en sont infestées. Un autre encore, très voisin du dernier (*R. medicaginis* DC), s'attaque aux racines de la luzerne, et produit ce phénomène que les cultivateurs désignent en disant que leur luzerne est couronnée. Lorsqu'un individu est attaqué, il infeste promptement ses voisins, et la contagion se propage suivant un espace circulaire bientôt dénudé. On trouve fréquemment, en automne, sur les tiges sèches des grandes ombellifères et autres plantes herbacées, et aussi sur les feuilles mortes tombées à terre, de petits tubercules oblongs, ovales ou sphériques, ordinairement noirs à l'extérieur et blancs à l'intérieur; ce sont les sclérotes de diverses espèces de minuscules clavaires, qui attendent pour germer une température favorable.

Les caractères du genre *Rhizoctonia* démontrent jusqu'à l'évidence que le premier état du mycelium est pour toutes les espèces un amas byssoïde : en effet, les tubercules sclerotioïdes sont portés, à peu près comme les périthèces des érysiphés, sur des filaments très ténus, grêles et ramifiés. Chez les autres sclérotes qui ne reposent pas sur une base filamenteuse, cette base est probablement oblitérée, à moins que les filaments originaires n'aient été absorbés dans le développement de la masse compacte.

On trouve sur les feuilles de vignes mortes et tombées à terre un parasite de la famille des mucédinées, le *Polyactis cinerea*, qui pousse à l'intérieur du parenchyme et sur la cuticule superficielle un abondant mycelium formé de très nombreux et très robustes filaments. Ce mycelium, en certains points, donne naissance à des modifications partielles charnues et bulbeuses, ou sclérotes, qui commencent par une ramification plus abondante des filaments principaux, le plus souvent à la jonction des nervures. La surface de la masse ainsi formée se gonfle. et fait voûte au-dessus de l'épiderme, qu'elle recouvre avec tous ses accidents.

La forme de la tache est circulaire ou ellipsoïde; ses dimensions varient entre 1/2 et 2-3^{mm}.; sa couleur est d'abord obscure, à l'intérieur comme à l'extérieur; mais peu à peu la couche extérieure des cellules, qui doit former l'épiderme de la production, devient brune et enfin noire, tandis que la couche intérieure reste presque incolore; le sclérote parvenu à sa dernière période de développement est entouré d'une enveloppe dure, résistante, cartilagineuse. Il n'adhère pas à l'épiderme de la feuille, et il peut se détacher également des filaments byssoïdes qui lui ont donné naissance, ce qui prouve qu'il a en lui une vitalité propre, et qu'il n'est qu'une autre forme de l'élément végétatif de la plante.

Les sclérotes correspondent aux bulbes et aux raci-

nes vivaces des plantes sous-frutescentes, qui conservent pendant l'hiver une vitalité latente qui se réveille dès que les conditions nécessaires à leur végétation se trouvent réunies. Ils se développent dans la plupart des cas vers la fin de l'automne; la gelée seule arrête leur production, sans faire périr ceux qui sont déjà formés. Dans plusieurs espèces, les sclérotes donnent, selon l'époque de leur germination, des organes variables, représentés par des spores nues acrogènes ou latérales sur des filaments particuliers, et par des sporidies renfermées dans des asques sur un réceptacle commun.

Celui-ci représente le plus souvent la forme caractéristique d'une pézize, qui est l'expression la plus simple des hyménophores ascigères, ce qui démontre, par la transformation rapide et normale des filaments en stroma charnu, l'origine myceliale du réceptacle, et ce qui établit en même temps une étroite parenté entre toutes les espèces à sporidies, puisque les plus parfaites et les moins parfaites ne sont que les modifications d'un type général caractérisé par la réunion des filaments ayant perdu leur forme propre pour constituer un corps distinct. Parmi les espèces à spores nues, quelques clavariés et une espèce au moins d'Agaric ont aussi pour origine un mycelium sclerotioïde.

Base commune byssoïde. — Le mycelium est ordinairement peu apparent. C'est ce qui a fait croire longtemps que beaucoup de champignons n'en avaient pas, et que c'était un organe particulier chez ceux qui en avaient un bien évident. Aujourd'hui, sauf dans de très rares cas, la présence d'une base byssoïde, c'est-à-dire, d'un mycelium apparent, n'est plus considérée comme un caractère de valeur spécifique. Ce caractère, qui peut être constant pour certaines espèces, est d'ailleurs très sujet à varier, comme la nature même du mycelium.

En effet, qu'un champignon se développe sur un corps dur, sur du bois, par exemple, il est manifeste que les fibres du mycelium, étant cachées dans l'épaisseur du support, et trouvant d'ailleurs un obstacle à leur développement dans la résistance des masses ligneuses, seront peu abondantes et ne paraîtront pas au dehors. Que le même champignon, au contraire, habite un corps mou, à texture peu serrée, comme du terreau, du fumier ou des feuilles mortes; alors son mycelium, ne trouvant pas d'obstacle à sa complète expansion, poussera un abondant et vigoureux réseau de fibres qui paraîtront bien au dehors, ou qu'on trouvera facilement dans le corps mou qui les contient.

Cependant, dans certaines formes qui se développent normalement sur les substances où elles doivent vivre en vertu de leurs tendances spécifiques, la présence d'une base byssoïde ou d'un mycelium apparent et filamenteux qui entoure le réceptacle, est constante et peut fournir un excellent caractère distinctif.

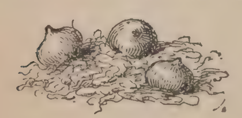


Fig. 4. — Subiculum tomenteux de sphérie.

C'est ainsi que chez les Pézizes, dans le sous-genre *Tapesia*, les individus reposent sur un subiculum laineux ou tomenteux, et que les perithèces des sphéries de la section *Byssisedœ* sont à demi enfoncés dans un mycelium superficiel (Fig. 4).

Chez certaines espèces de myxogastres, les peridiums reposent sur une partie commune, que Fries nomme hypothallus, et qui, intermédiaire entre le mycelium et les réceptacles, est évidemment une modification membraneuse des filaments végétatifs. Chez d'autres, au contraire, les organes destinés à la reproduction occupent une si grande place que le mycelium paraît presque nul; il existe cependant, puisqu'il est la première condition du végétal, mais il est confondu avec la masse pulpeuse qui constitue

le champignon tout entier dans la première phase de son existence, et il disparaît dès que cette masse se réduit en spores. C'est ce qui est particulièrement visible chez les espèces qui se développent à la surface des feuilles encore vivantes, où les péridiums, bien qu'agglomérés, ne paraissent reposer sur aucun stratum filamenteux ou charnu spécial.

Durée du mycelium. — Comme les racines des plantes cotylédonées, le mycelium est vivace ou annuel suivant les espèces. Annuel, il émet une ou plusieurs fois, dans une même saison, des organes reproducteurs, et meurt en même temps qu'eux. Vivace, il subsiste durant l'hiver, conservant une vitalité latente à la manière des tubercules de certaines monocotylédones, et recommence à végéter, dès que les conditions de température deviennent plus favorables. Lorsqu'il habite un milieu qui se prête bien à son développement, le mycelium peut s'étendre assez loin de son point de départ, et il va ordinairement en rayonnant.

Ces diverses propriétés sont particulièrement sensibles dans certains Coprins, dont l'existence est très fugace. Au bout de cinq à six jours, quelquefois moins encore, les premières touffes sont en déliquescence. Mais voici que tout autour, à une certaine distance, apparaissent d'autres touffes, qui ne tardent pas à avoir le sort des premières, et à être à leur tour remplacées par d'autres; cela, pendant quelque temps, deux ou trois semaines, par exemple. Puis, le mycelium paraît être épuisé, et avoir perdu toute vitalité; il n'en est rien : au bout de plusieurs mois, il recommencera à porter des réceptacles. Une espèce, le *Coprinus micaceus* Fr., fournit ainsi des organes de reproduction jusqu'à quatre fois dans une année.

Une autre remarque à faire, c'est qu'ordinairement le mycelium produit en même temps plusieurs appareils sporifères; aussi, a-t-on coutume de dire

qu'un champignon ne vient jamais seul, parce qu'on trouve à quelque distance l'un de l'autre tous les réceptacles provenant de la même souche. Cette loi cependant est loin d'être rigoureusement constante.

Importance du mycelium dans la classification. — La nature du support sur lequel le champignon se développe étant un facteur important à considérer dans le mode d'évolution du mycelium, et, par suite, la forme de cet organe dépendant des nombreuses influences qui peuvent agir sur les obligations spécifiques pour les modifier, il en résulte que cette forme ne peut pas fournir un élément de détermination de grande valeur. De plus, comme nous l'avons dit au début de ce chapitre, les parties chez les cryptogames étant peu nombreuses, ces parties sont peu différenciées; le mycelium étant exclusivement composé d'utricules, on ne peut tirer d'indications pour la classification que du mode d'union de ces utricules.

Or, toutes les expansions cellulaires se ressemblent, surtout celles qui ne sont constituées que par des séries de cellules diversement juxtaposées; le mycelium n'échappe pas à la loi générale qui, en établissant ainsi des rapports étroits entre toutes les productions rudimentaires où l'élément anatomique primordial constitue la base unique des tissus, sans autre modification dans certaines parties que la disparition des cloisons, cause l'infériorité de la composition utriculaire, puisque les formes qu'elle constitue sont nécessairement moins variées, quoique leur nombre égale et dépasse celui des espèces où les fibres et les vaisseaux se mêlent aux cellules. D'où il suit que la partie végétative des champignons n'est d'aucune utilité dans la taxonomie mycologique, sauf dans les cas où ses filaments sont réunis en une masse compacte sclérotioïde.

CHAPITRE III

ORGANES ACCESSOIRES DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR

Stipe; ses parties; sa forme; son évolution; ses caractères; ses rapports avec les organes voisins; son importance dans la classification. — Velum universel; son évolution; son mode de rupture: volva; calyptre; velum partiel. — Sporophores filamenteux. — Hyménophore sarcodé; sa constitution; genèse et formation de ses éléments: cellules, fibres; vaisseaux lactifères. — Pileus; ses caractères, ses différents modes d'insertion. — Peridium. — Hyménophore claviforme. — Origine de la forme pézizoïde. — Constitution des réceptacles ascigères. — Périthèces; périclines; leur déhiscence.

Stipe; ses parties; sa forme; son évolution. — Le mycelium porte parfois directement le réceptacle; mais, dans la plupart des cas, celui-ci repose sur un organe intermédiaire, qui s'épanouit en un disque de forme variable sur lequel est attachée la membrane hyméniale. Les auteurs ont donné à cet organe différents noms: De Candolle l'appelait *pédoncule*, *pédicule* ou *pédicelle;* bien que ce terme s'applique à d'autres organes dans la série végétale, il est cependant ici très légitime, parce que l'organe considéré est en réalité le support immédiat de l'hyménophore, et qu'il fait partie de l'appareil de reproduction; on l'a aussi appelé tige, puis pilier et enfin *stipe;* cette dernière dénomination, quoique légèrement inexacte, est restée dans la science.

Dans les formes charnues hyménomycètes, le stipe à sa naissance ne constitue pas un organe particulier. Il est d'abord confondu dans la masse utriculaire qui compose tout entier le jeune hyménophore qui succède à la fécondation. Lorsque le champignon est arrivé presque à maturité, le chapeau se déploie, les différentes parties du réceptacle deviennent bien évidentes, et le stipe se présente avec tous ses caractères.

Comme les champignons sont des végétaux exclu-

sivement cellulaires, le stipe aussi n'est composé que d'utricules; les éléments allongés qu'on pourrait prendre pour des fibres sont de délicates cellules tubulaires, dont la direction générale est suivant la longueur, avec des branches latérales, le tout s'entrelaçant si intimement qu'il est difficile de suivre bien loin dans sa course un fil déterminé. On voit distinctement que la structure est moins compacte en approchant du centre qui, dans plusieurs espèces, est creusé.

Le stipe est protégé par un épiderme plus ou moins résistant, cartilagineux ou non, très souvent semblable à la cuticule qui recouvre la face supérieure du pileus. Quant à la structure interne, elle est parfaitement homogène, tendre et fragile chez la plupart des agaricinés, coriace et parfois presque ligneuse dans un grand nombre d'Hydnés et de Polyporés. La consistance peut être aussi cotonneuse ou soyeuse, mais ce caractère est plus sensible dans le chapeau.

Le stipe une fois constitué se développe donc à peu près comme l'axe des plantes phanérogames, c'est-à-dire, que ses cellules, d'abord à peu près régulières, se modifient peu à peu jusqu'à prendre la forme de fibres allongées. Diverses circonstances, les unes intérieures, les autres extérieures, peuvent influer sur ce développement, et déterminer, dans la forme et l'apparence du stipe, des modifications qui serviront à distinguer tantôt les genres, tantôt les espèces, tantôt seulement les individus; car ici, bien que l'aspect général soit toujours constant dans une même espèce, les conditions de dimension, de couleur, de port, de structure, sont moins rigoureusement observées que dans les autres végétaux. Ces circonstances modificatives sont, pour les premières, une obligation générique ou spécifique de se plier à telle ou telle loi; pour les secondes, un obstacle limité à l'individu, qui s'oppose à l'accomplissement normal d'une fonction nécessaire, et qui détermine la production anormale

d'un organe destiné à s'acquitter de cette fonction; un accident quelconque; l'habitat; le milieu; une température exceptionnellement favorable ou défavorable, amenant un excès ou un défaut de végétation.

Nous avons cité les causes; parlons maintenant des effets. Dans les plantes phanérogames dont la croissance est très rapide, certaines ombellifères, par exemple, et la grande majorité des graminées, la production des cellules ne peut pas se faire avec une abondance proportionnée à la rapidité du développement; la cavité médullaire se creuse de nombreuses lacunes superposées, qui s'agrandissent peu à peu, et forment par leur réunion un vide central d'autant plus considérable que l'accroissement a mis moins de temps à s'effectuer.

Une loi semblable régit le développement du stipe des champignons. Ainsi, il sera plein dans les Agarics et les Bolets persistants (Fig. 5); creux dans les Pratelles, dont l'organisation est un peu aqueuse, et dont l'émission des spores se fait par une demi décomposition des feuillets; fistuleux chez les Coprins (Fig. 6), où la déliquescence est complète, et dont plusieurs espèces ont une durée si courte et si fugace que le matin les voit naître et le soir de la même journée périr.

Fig. 5. — Stipe plein de Russule.

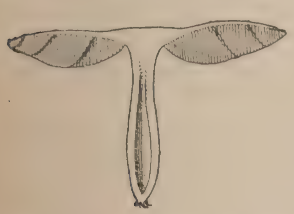


Fig. 6. — Stipe creux de Coprin

Le canal central est cylindrique dans presque toute sa longueur, et seulement atténué aux deux extrémités. Il est ordinairement entièrement creux; dans certains cas, le centre de la cavité est traversé par une petite colonne cotonneuse et velue, attachée à la base et au sommet; cette particularité constitue

un des caractères distinctifs du *Coprinus comatus* Fr. et du *Cop. ephemeroïdes* D C. Les Coprins doivent sans doute en grande partie leur rapide développement à la quantité de liquide qu'ils absorbent ; c'est, en effet, une des conditions de leur existence d'habiter des stations humides, le fumier, les matières corrompues; des pluies un peu persistantes déterminent leur apparition en grand nombre. Il suit de là que leur texture est molle, aqueuse, fragile, et se prête facilement à la déliquescence. Après quelques jours d'existence, quelques heures pour certaines espèces, leur pileus commence à se diviser et à s'effilocher sur les bords; de grosses larmes noires ou rougeâtres coulent le long des feuillets; l'hymenium et la chair du chapeau se résorbent et se fondent en une eau semblable à de l'encre. Le stipe partage-t-il la destruction commune? Oui, si on abandonne la plante à elle-même, et si on laisse s'accomplir sans l'entraver l'œuvre de décomposition. Mais si on sépare le pilier du chapeau, il devient possible de le dessécher et de le conserver. Dans les autres groupes, le stipe a généralement une durée aussi constante que l'individu lui-même, et sa décomposition suit de près celle du chapeau.

Caractères du stipe. — La longueur normale du stipe est généralement constante pour tous les individus d'un même type, et peut fournir dans certains cas un caractère de valeur spécifique. Elle est presque toujours en rapport avec la consistance du sujet, c'est-à-dire, par le fait même, avec la plus ou moins grande rapidité du développement. Très long chez les Coprins, le stipe est relativement court chez les Russules, qui croissent moins vite, et dont la chair est plus ferme. Des causes extérieures peuvent cependant amener des modifications dans la longueur; supposons que le mycelium soit caché à une grande profondeur dans le sol, ou qu'une couche épaisse de matières

décomposées, feuilles mortes ou autres débris, recouvre la terre, il est évident que la longueur normale du stipe sera dépassée, puisqu'il aura plus de chemin à faire pour amener le réceptacle à la lumière. J'ai eu moi-même occasion d'observer ce fait sur plusieurs individus de *Lactarius piperatus* Fr., chez lesquels le stipe, ayant à traverser une certaine épaisseur de terre végétale, atteignait une longueur de huit à dix centimètres.

La grosseur du stipe varie avec les espèces, et ne reconnaît d'autres lois que les caractères propres à chaque type; elle est soumise cependant, comme la longueur, à diverses influences qui peuvent la modifier. Nous donnons ici le dessin d'un stipe bizarrement déformé de *Collybia velutipes* Curt. (Fig. 7), qui doit cette singularité d'aspect à la pression qu'il a eue à supporter entre le bois et l'écorce de l'arbre sur lequel il s'est implanté. A l'état normal, le stipe des individus parfaits de cette espèce est fusiforme, simple, et mesure environ un centimètre de diamètre; celui dont nous offrons la figure à nos lecteurs est irrégulièrement ramifié; chacune de ses divisions est presque cylindrique et mesure en diamètre 1^{mm} à $1^{mm}5$. Le chapeau atrophié n'est guère plus large que le stipe.

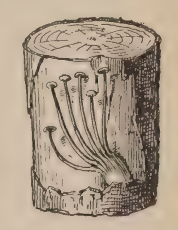


Fig. 7. — Stipe irrégulièrement divisé de *Collybia velutipes*.

Le stipe est généralement concolore avec la face supérieure du chapeau; toutefois, quand celui-ci est recouvert de couleurs brillantes, la tige est plus pâle; la loi contraire est aussi appliquée dans plusieurs espèces. Il est simple, et alors à peu près cylindrique, ou divisé, et, dans ce cas, plus ou moins irrégulier et plus ou moins comprimé. Quant à sa forme propre et constante, elle varie avec les espèces. Il peut être infundibuliforme, cylindrique, toruleux, lobé, divisé en circonvolutions analogues aux replis du cerveau,

conique, ventru, tordu sur lui-même, sinueux, anguiforme, renflé à la base, bulbiforme. Son épiderme présente ordinairement les mêmes particularités que la surface du chapeau; il est glabre, velu, tomenteux, peluché, squameux, égratigné, crevassé, scabre, réticulé. (Fig. 8 et 9).

Rapports du stipe avec les organes voisins. — Considéré relativement à son insertion, le stipe est central (Fig. 10), excentrique ou latéral. Les deux premiers cas sont les plus ordinaires, mais aussi les moins constants, de sorte que les individus d'un même type, suivant les circonstances extérieures qui



Fig. 8. — Stipe réticulé de *Boletus edulis*.



Fig. 9. — Stipe scabre de *Boletus scaber*.



Fig. 10. — Stipe central de *Collybia radicata* var. *pudens*.

ont influé sur leur développement, présentent indifféremment l'un ou l'autre; la dernière disposition est invariable; elle résulte d'une obligation organique à laquelle les formes qui la présentent ne peuvent pas se soustraire. Le stipe latéral s'insère tantôt au-dessous, tantôt au-dessus du chapeau. Dans *Panus stypticus* D C (Fig. 11), le pileus forme un angle rentrant arrondi, ce qui fait que le stipe, quoique latéral, paraît central.

La surface hyméniale peut être contiguë au pilier ou en être éloignée, ce qui fait que les tubes ou les feuillets sont ou complètement libres, ou simplement adhérents, ou enfin décurrents. C'est un caractère qu'il est très important, parfois même essentiel d'observer, et qui a servi à établir certaines sections de l'immense genre Agaric. Aussi les botanistes, craignant de ne pas le reconnaître d'une manière évidente sur leurs échantillons desséchés, ne manquent-ils jamais d'en prendre le diagramme au trait, afin de pouvoir retrouver quand il est nécessaire les rapports du stipe et de l'appareil sporifère.



Fig. 11. — Stipe latéral de *Panus stypticus* DC.

La genèse et l'évolution du stipe sont intimement liées au développement de l'hyménophore. Celui-ci est originairement constitué par une simple nodosité qui apparaît en un point privilégié du mycelium, et, selon toute vraisemblance, à l'endroit où se rejoignent deux cellules copulatives. La masse est d'abord parfaitement homogène, sans limites bien définies et sans parties caractérisées.

Les organes de la fructification apparaissent les premiers, comme il est facile de s'en assurer par la section longitudinale d'un agaric en voie de développement. A l'époque où les feuillets n'apparaissent encore que comme de petites taches symétriques semielliptiques, le stipe est confondu avec l'hyménophore en un seul organe globuleux, ou plus souvent didyme, avec une partie légèrement rentrante vers l'endroit où les bords du pileus doivent se séparer plus tard du stipe. Une fois cette séparation indiquée, celui-ci évolue rapidement d'une manière distincte.

Sauf dans les cas où il fait partie des caractères

spécifiques, le renflement bulbiforme qui est à la base, et qui repose directement sur les filaments mycéliaux, s'amincit, devient à peu près cylindrique, et gagne en longueur ce qu'il perd en épaisseur. La partie centrale, presque toujours pleine à l'origine, ne se creuse ordinairement que plus tard, alors que les organes constitutifs du réceptacle sont bien différenciés. Le stipe continue généralement à s'accroître jusqu'à l'époque de la maturité des spores. C'est ce qui est bien visible chez les Amanites ou autres formes à velum, chez lesquelles l'extrémité interne de la cortine, au moment de sa rupture, est contiguë à la base des feuillets, tandis qu'au bout de quelques jours un certain espace la sépare de cette base. Il est certain que cet espace doit être rapporté en partie à l'éloignement des feuillets qui s'écartent du stipe par suite de la dilatation du pileus ; mais l'accroissement du stipe postérieurement à la rupture du velum n'est pas douteux. Son évolution est d'ailleurs plus ou moins rapide selon les groupes. Ainsi, chez les coprins et la plupart des espèces à spores pourpres, qui n'ont qu'une durée très fugace, elle est relativement courte; elle est plus longue dans les formes à spores blanches, qui sont de consistance plus ferme et plus robuste.

Le stipe est analogue au pédicelle qui supporte les fleurs chez les phanérogames ; mais cette analogie ne porte que sur le but; son évolution suit une marche toute différente, qui s'explique parfaitement si l'on regarde le réceptacle comme le résultat de la fécondation ; en effet, dans ce cas, le stipe devient une partie intégrante de ce réceptacle, une sorte de couche utriculaire intermédiaire, pouvant quelquefois manquer, mais ne différant pas dans ses fonctions, quand il existe, du stratum qui supporte immédiatement les spores et les sporophores ; le pédicelle, au contraire, ne fait pas partie du fruit, mais seulement de la fleur; c'est sur son renflement terminal en disque que s'o-

pèrent la fécondation et l'évolution des organes sexuels, et non point à sa base ; il est compris dans l'appareil nutritif des plantes, au même titre que les pétioles des feuilles, et l'organe qui lui correspond véritablement chez les champignons est représenté par le filament mycelial qui a été l'origine de l'hyménophore. C'est là une distinction capitale qu'il est nécessaire d'indiquer, et qui résulte de la dissemblance des phénomènes sexuels chez les champignons et chez les phanérogames.

Importance du stipe dans la classification. — L'étude du stipe, dans les familles supérieures des hyménomycètes, est d'un grand intérêt par rapport surtout à la classification. En effet, les auteurs en ont tiré un grand nombre d'indications pour l'établissement des genres, des sous-genres et des espèces. Le premier caractère à considérer dans le stipe est l'état et la nature de l'épiderme. Celui-ci est lisse ou scabre, marqué de nervures anastomosées, ou poudreux et peluché ; enfin, il peut être cartilagineux, coriace et résistant, ou mou et fragile. La présence d'une enveloppe cartilagineuse, qui est parfois difficile à bien reconnaître, distingue l'*Omphalia* du *Clitocybe*, et caractérise de nombreux sous-genres dans toutes les séries de l'*Agaricus*. L'insertion latérale du stipe est le signe distinctif du *Pleurotus* et de ses alliés dans les séries à spores roses et brunes. De même, les rapports des feuillets avec le stipe constituent d'excellents caractères subgénériques.

Enfin, les rapports du stipe avec l'hyménophore, qu'on désigne suivant les cas par les termes de stipe confluent et de stipe libre, sont d'une grande utilité. Ici une explication est nécessaire. Qu'il soit tubuleux ou plein, le stipe, dans la très grande majorité des cas, est composé d'une substance parfaitement homogène avec celle de la chair du pileus ; toutefois ce caractère, d'ailleurs peu sensible, est assez variable

dans un même groupe. Aussi Fries a-t-il cherché ailleurs les rapports de l'hyménophore et du stipe, et il les a trouvés dans l'insertion relative de ces deux organes. Sans qu'il y ait jamais de vide lacunaire entre l'un et l'autre, on considère comme libre le stipe qui se détache parfaitement et entièrement du pileus, avec une rupture nette et convexe, de manière à laisser sa trace, et comme confluent celui qu'on ne peut détacher sans enlever avec lui des lambeaux de la chair du pileus. On a un exemple familier du premier cas dans l'Agaric de couche et dans les Amanites. Chez les Lépiotes, la dépression laissée par le stipe enlevé est en forme de godet ou de coupe profonde. Dans les cas où il y aurait doute, on observera que chez les formes à stipe libre les feuillets sont également libres, et que les espèces à stipe confluent ont les feuillets généralement adhérents ou décurrents.

L'état du stipe est employé comme signe caractéristique dans plusieurs sections du *Collybia*, les *striæpedes*, à stipe creux ou contenant un filet spongieux, et marqué de stries ou de sillons ; les *vestipedes*, à stipe mince, fistuleux, égal, lisse, velouté ou hérissé ; les *lævipedes*, à stipe glabre et lisse. Enfin, le stipe prend une importance spécifique dans l'*Agaricus brevipes* et l'*A. humilis*, où il est extrêmement court ; dans l'*A. fusipes*, où il est en forme de fuseau ; dans l'*A. longipes*, caractérisé par son stipe long de deux décimètres ; dans l'*A. velutipes*, où il est couvert d'un épais duvet noir ; dans la section *lactipedes* du *Mycena*, où la couleur du jus laiteux qu'il contient différencie les espèces ; dans l'*A. stylobates*, où sa base s'épaissit en un large bulbe discoïde par lequel il adhère aux petites branches ; dans l'*A. attenuatus* D C, où il s'évase insensiblement de la base au sommet.

Velum. — Chez les phanérogames, les organes essentiels de la reproduction sont protégés par un ou

deux verticilles d'organes plans, qui reçoivent selon leur place les noms de pétales ou de sépales, et qui constituent le calice et la corolle. Nous retrouvons des organes analogues chez les champignons, au moins dans les formes supérieures dont la végétation mycéliale, longtemps méconnue, a révélé aux observateurs des phénomènes de fécondation sexuelle reposant sur le même principe que ceux de la fécondation de l'ovule hétérogène des phanérogames, qui produisent leurs basidiospores et leurs sporidies après une évolution complexe, et qui avec un nombre moins considérable d'organes, accomplissent les diverses fonctions de la nutrition et de la reproduction.

Le siège de cette dernière fonction réside dans l'hyménophore, amas cellulaire de forme variable, que nous étudierons plus loin en détail, et qui est tapissé par la membrane hyméniale ; l'hyménophore, bien que plus apparent, n'est cependant pas la partie essentielle de l'individu, et l'on peut comparer les réceptacles émanant d'un seul mycelium aux fleurs qui naissent sur une même plante. L'analogie est complétée par les rapports qui existent entre les enveloppes florales et l'organe protecteur de l'hyménophore, constitué par un velum simple ou double, de texture compacte ou filamenteuse. On ne trouve le velum que dans les familles supérieures ; d'après Fries, l'universel, qui entoure tout le réceptacle, et qu'on nomme volva (Fig. 12), correspond au calice ; le partiel, qui va du stipe au pileus, et qui s'appelle encore *cortine,* à la corolle.



Fig. 12. — Volva ; calyptre ; velum partiel.

Toutefois, il n'y a que des relations superficielles entre son origine et la genèse du périanthe. En effet, celui-ci est constitué par des feuilles normalement

modifiées, non seulement dans leur forme, mais encore dans leur composition, puisque leurs cellules ne contiennent plus que des traces de chlorophylle, et sont remplies d'un pigment coloré qui doit servir, suivant les recherches toutes récentes de M. Curtel, à accumuler rapidement, par une absorption portée à son maximum dans la corolle, la quantité de produits oxygénés nécessaire au développement du fruit. Chez les champignons, la respiration chlorophyllienne est inconnue, pour la raison qu'ils n'ont aucune partie verte; l'organe qui dans les autres plantes préside à cette fonction est condamné chez eux à une obscure vie végétative manifestée seulement par l'absorption des matières nutritives et par une prolifération cellulaire dans l'intérieur du corps nourricier à la surface duquel les réceptacles apparaissent seuls. Dans ces conditions, l'hyménophore ne saurait différer organiquement du mycelium. Tout échange progressif de fonctions est impossible entre eux, parce qu'il n'y a point d'organe intermédiaire pour établir la transition, et que leurs fins respectives sont diamétralement opposées, le premier tendant à la reproduction de la race, l'autre à la conservation individuelle.

Chez les plantes à fleurs, les diverses parties du réceptacle sont préexistantes à la fécondation, qui n'agit que sur les ovules. Chez les champignons, au contraire, d'après ce que nous savons de la reproduction sexuelle, la totalité de l'hyménophore peut être considérée comme le résultat de la fécondation. En effet, les premières nodosités myceliales qui marquent le commencement de son évolution n'apparaissent que postérieurement à l'union des cellules copulatives. Le développement de la masse utriculaire compacte, d'abord amorphe et sans limites définies, qui succède à cette union, se fait autour des cellules primitives au point précis où les deux filaments se sont rencontrés.

De plus, le jeune réceptacle présente une apparence byssoïde et comme cotonneuse qui le différencie à peine du mycelium sur lequel il se développe. Même chez les individus adultes, l'origine byssoïde est souvent évidente ; elle est particulièrement sensible chez les polypores à pileus sessile résupiné et adhérant à son support par toute la surface stérile, chez lesquels les contours de l'hymenium sont bordés de menus filaments entrelacés formant par leur réunion une sorte de duvet cotonneux. Il s'ensuit qu'on peut regarder l'hyménophore tout entier comme une simple condensation du mycelium, puisqu'il n'en diffère pas dans sa constitution intime, mais seulement dans sa texture, qu'il est absolument confluent avec lui, qu'il en est dans une complète dépendance, et que la cellule autour duquel il a rayonné lui appartient.

Son mode de développement est ainsi parfaitement caractérisé. Il est certain que chez les champignons à velum, et en particulier chez les Agaricinés calycarpes, ainsi nommés par opposition aux formes gymnocarpes, à hyménophore non voilé, l'accroissement, au lieu d'être périphérique, est endophérique, c'est-à-dire, que la masse primordiale homogène qui naît sur le mycelium se différencie peu à peu intérieurement en parties indiquées par des variations de structure et de couleur ; le stipe se dessine de bas en haut ; les feuillets apparaissent à la partie supérieure, et le tout reste enveloppé d'une couche de cellules réunies en un tissu blanc membraneux ou pulvérulent.

Dans tous les champignons charnus, que leur développement soit périphérique ou endophérique, il y a toujours une couche extérieure de cellules plus ou moins résistante, qui se rapproche par la structure du mycelium, et à laquelle n'est dévolue aucune fonction particulière. Elle joue simplement un rôle protecteur qui ne cesse qu'au moment où s'éveillent dans les spores les premières manifestations de la vita-

lité. Cela est vrai en théorie pour toutes les espèces, car il est possible de supposer toujours la couche extérieure organisée en membrane plus ou moins rudimentaire, c'est-à-dire, en velum universel, et de placer sa rupture au moment précis où l'hymenium est mis à nu, puisque c'est à ce moment que les spores peuvent se répandre et deviennent par conséquent fertiles.

Le velum universel, s'il faut le définir, consiste donc en une membrane de consistance variable, parfois si peu constituée qu'elle se confond avec la masse interne, qui entoure entièrement le jeune hyménophore d'un réseau parfaitement continu jusqu'à sa rupture, et qui est tantôt charnue, tantôt feutrée, tantôt filamenteuse. Nous pensons avoir démontré d'une manière suffisante ses relations avec le mycelium ; ces relations sont une conséquence de la fécondation; elles font du velum un organe de transition entre l'hyménophore et son subiculum végétatif, cela, sous le seul rapport de la structure, puisque, comme nous l'avons dit, sous le rapport fonctionnel, tout état intermédiaire est impossible.

Évolution du velum; mode de rupture ; volva, calyptre. — L'évolution du velum est entièrement liée à celle de l'hyménophore, puisque pendant longtemps les deux organes sont confondus en un seul. Si l'on suit cette évolution depuis la réunion des filaments fertiles, on trouve d'abord un petit amas poudreux, globuleux, généralement blanc ou de la couleur du mycelium. Dans les formes terrestres où les phases de l'accroissement sont plus visibles, l'hyménophore, en poussant à travers le sol, perd peu à peu sa forme sphérique, s'allonge, pendant qu'à l'intérieur la place de l'hymenium se montre par une tache plus foncée, circulaire. L'enveloppe extérieure, condensée en épiderme, règne d'une manière continue sur le réceptacle proprement dit et sur son support, quand celui-ci existe.

Une section longitudinale faite à cette époque montre que la surface hyméniale se développe; que le pileus prend sa forme ordinaire, et que la membrane qui unit le stipe à la marge du chapeau, se sépare du bord extérieur de l'hymenium. Le velum se trouve dès lors constitué. Il est encore très épais, aqueux, peu dense; après une nouvelle période de développement, il devient souple, mince, et assez distinct des parties internes, soit que ces cellules se résorbent en partie, soit qu'elles se réduisent et se pressent l'une contre l'autre afin de former un tissu plus résistant, soit que la couche fructifère se développe à leurs dépens.

Ici se place une phase caractéristique. La surface supérieure du pileus, d'abord exactement convexe, tend à devenir rapidement plane; et, dans les discomycètes, les bords de la coupe, jusque-là réunis, s'écartent pour découvrir la concavité tapissée par l'hymenium.

Sous cet effort, le voile se rompt, et l'hyménophore prend sa forme définitive. La rupture a lieu selon deux modes très différents. Dans un grand nombre d'espèces, généralement les plus robustes, elle est nette et se fait exactement au point où les bords du pileus adhéraient au stipe, et cela, peu de temps après la naissance du réceptacle, de telle sorte que, dès que celui-ci a une forme à peu près définie, et même dans son extrême jeunesse, l'hymenium est découvert. Il est évident que dans ce cas, le velum peut être considéré comme absolument nul, puisqu'il ne remplit son rôle protecteur que pendant quelques jours, et qu'il est confondu avec la cuticule du pileus et l'épiderme du stipe. On rencontre ce mode de rupture dans plusieurs sections de l'Agaric, dans les genres Russule, Lactaire, Cantharelle, Polypore, dans un grand nombre d'espèces de Bolet, d'Hydne et de Pézize.

Dans les formes plus grêles à texture plus fragile, la rupture a lieu fort tard et d'une manière irrégulière,

et le velum reste adhérent à la marge du pileus et au stipe sous la forme d'appendices variables. D'ailleurs, d'après le principe que nous avons établi plus haut, il en doit être ainsi; et ce caractère fournit une précieuse indication pour la distinction des groupes naturels. « La nature qui ne crée rien sans motif, dit Fries à ce sujet, ne fait rien sans but : aucun champignon subéreux ou coriace n'est pourvu d'un velum; cet organe est réservé aux espèces plus délicates, comme les Pratelles et les Coprins. »

Sa forme d'ailleurs est très variable. Dans le sous-genre *Amanita*, qui comprend les formes les plus parfaites des Agaricinés, et dans les sections correspondantes à spores roses, pourpres ou ferrugineuses, la partie inférieure forme à la base du stipe une espèce de bourse membraneuse ordinairement sans adhérence, qui prend le nom de *volva;* ce volva est quelquefois oblitéré, et alors la membrane qui constituait le velum se desquame, et laisse des débris filamenteux ou des peluchures sur le stipe, principalement sur sa partie renflée en bulbe. Quant à la membrane supérieure, ou *calyptre*, qui est absolument distincte de la cuticule du pileus, elle disparaît sans laisser de traces ou se déchire en plaques verruqueuses qui donnent au chapeau une apparence mouchetée. La forme de ces verrues, leur nombre, leur couleur fournissent d'excellents caractères pour la distinction des espèces.

Dans le *Lepiota*, sous-genre voisin à texture plus fibreuse et moins charnue, le velum est également persistant, mais sa partie supérieure reste adhérente et confluente avec l'épiderme du pileus, tandis que sa partie inférieure forme un collier fixe ou mobile autour du stipe. Dans la section *Limacium*, qui appartient à un autre genre à spores blanches, l'*Hygrophorus*, le velum est mince et visqueux, avec une durée très fugace, et laisse seulement quelques écailles ou quelques mouchetures sur le stipe. Chez les

Coprins, caractérisés par leurs spores noires et par leurs feuillets déliquescents, le velum est fugace ou persiste sous forme d'anneau.

Velum partiel. — Ce mode de rupture cependant est le plus souvent réservé au velum partiel ou inférieur (Fig. 13), qui consiste en une membrane continue ou filamenteuse d'abord tendue au-dessus de l'hymenium. Il peut exister seul ou concurremment avec le velum universel, tantôt laissant des débris à la marge du pileus, comme dans l'*Inocybe* et l'*Hypholoma*, tantôt se rabattant en collier, comme dans le *Psalliota* et l'*Amanita*. Sa présence constante et sa texture arachnoïde constituent la base sur laquelle Fries a établi son genre *Cortinarius*.



Fig. 13. — Stipe annulé d'Amanite.

On le voit par ces exemples, le velum peut fournir de précieuses indications pour l'établissement des groupes naturels, à peu près au même titre que les enveloppes florales chez les phanérogames. Il est certain que toute détermination rigoureuse doit reposer sur la forme de l'hyménophore et de ses dépendances plutôt que sur la nature des organes végétatifs, d'abord parce que cette forme varie peu dans un même type puisqu'elle n'est soumise qu'à la seule influence du développement interne réglé par les tendances spécifiques, en second lieu, parce que les fonctions accomplies par les parties qui la constituent sont plus sensibles et plus complexes. Le velum, dépendant du réceptacle dans son origine et dans son but, est aussi, dans les limites de son importance, l'expression de ses rapports d'affinité avec les espèces voisines. Ces rapports n'unissent pas seulement entre elles les espèces analogues; ils constituent également la différence propre des groupes, dont ils font un tout complet et nettement délimité. Il est à regretter que, dans l'état

actuel de la classification, la valeur qu'on leur accorde ne soit pas uniforme, et qu'on leur attribue dans certains cas une importance générique, tandis qu'on en fait ailleurs le caractère distinctif des sous-genres.

Le velum est un organe spécial aux espèces hyménomycètes et à quelqnes discomycètes ; chez les gastéromycètes et les petites espèces filamenteuses, le stipe qui est toujours nu, présente une organisation différente de celle que nous avons étudiée jusqu'ici. Nous allons brièvement la décrire.

Chez les Phalloïdés, le stipe est creux ou plein, cylindrique ou fusiforme, ouvert au sommet, et se sépare finalement du péridium avec le réceptacle sporifère ; dans le genre *Aserophallus*, en particulier, il est celluleux, crevassé et dilaté en tête au sommet. Chez les gastéromycètes proprement dits, le réceptacle ou péridium s'amincit généralement en un stipe absolument confluent, dont la partie supérieure interne fructifie en même temps que la masse charnue. Le stipe est également présent dans un grand nombre d'espèces de myxogastres; il est ferme et résistant ou pulpeux.

Dans quelques Pézizés, le réceptacle, qui est en forme de coupe, repose sur un pilier stipitiforme, qui se confond avec la couche subhyméniale et qui en présente les caractères. Chez les Helvelles, le stipe est creux ou celluleux, de consistance charnue ou céracée; il est souvent composé de tubes diversement contournés et agglomérés. Chez les Morilles, il est ordinairement spongieux. Dans le genre *Craterellus*, il est le plus souvent infundibuliforme et percé jusqu'à la base. Il est confluent et rempli de gélatine dans le *Leotia*. Chez les puccinés, les pseudospores sont portées sur un prolongement filiforme ressemblant à un pédicelle ; cet organe faisant partie de l'appareil reproducteur, il sera étudié plus loin.

Sporophores filamenteux. — La genèse du stipe,

ou du moins de l'organe qui lui est analogue (Fig. 14) est très intéressante à suivre dans les petites espèces filamenteuses. La base de l'individu est un mycelium byssoïde à fibres libres, qui tantôt vont rampant sur le stratum nourricier, tantôt se dressent en houppes d'aspect velu. En des points particuliers de ce mycelium apparaissent des filaments plus vigoureux, perpendiculaires, qui constituent le support immédiat de la fructification et qu'on a appelés des hyphas, d'ailleurs très improprement, comme nous le verrons plus loin.



Fig. 14. — Sporophore filamenteux de *Polyactis*.

Ces filaments affectent des formes variables avec les groupes ; ils sont le plus souvent septés, mais quelquefois continus; ils sont tubuleux, mais leur enveloppe n'est pas constante, tantôt évidemment cellulosique, et, en raison de sa faible épaisseur, transparente, tantôt noirâtre, comme charbonnée et opaque. Dans les espèces ramifiées, la division des filaments fertiles se fait par l'apparition sur la cellule terminale de prolongements qui restent simples ou se bifurquent.

Les spores nues peuvent être considérées comme une émanation directe du pédicelle; en effet, dans toutes les formes à sporification exosporée, elles sont constituées par de légers renflements des filaments, qui s'isolent les uns des autres par des cloisons, et qui se multiplient sur place selon des modes variables. Leur diamètre est d'ailleurs presque égal à celui des filaments, et elles ne diffèrent des cellules-mères, ou des séries de cellules-mères qui constituent la totalité du sporophore, que par leur forme sensiblement globuleuse, ovoïde ou ellipsoïde, et non tronquée.

Mais la ressemblance n'est qu'apparente, et les va-

riations de tendances qui se produisent dans le protoplasma suivant la situation des cellules amènent une différence essentielle dans les fonctions, ce qui semble démontrer que la vie de ces humbles êtres — humbles par leur organisation rudimentaire, mais redoutables par leurs invasions qui constituent parfois de véritables fléaux — ne tient pas à des influences extérieures, mais bien à une cause, à un principe intrinsèque qui impose aux organes leurs aptitudes et leurs obligations. La matière constituante ne diffère nulle part d'elle-même; tout dans l'organisme, depuis les fibres mycéliennes qui puisent, qui élaborent, qui se multiplient et qui se fécondent, jusqu'aux sporophores filamenteux qui se sectionnent pour assurer la reproduction de la race, tout est composé du même élément, sans modification, sans altération, la cellule; les parties sont semblables extérieurement; elles diffèrent seulement par leurs opérations fonctionnelles; mais les lois qui président à la vitalité ont mis un abîme entre ces opérations, puisque les unes ont pour but la vie de l'individu, les autres, la vie de l'espèce.

Il serait sans doute logique de regarder comme le stipe toute la partie du filament qui supporte les cellules-mères, et de réserver, par analogie, le nom de réceptacle à ces cellules. Cependant plusieurs auteurs considèrent comme réceptacle le filament tout entier, depuis son origine mycéliale jusqu'à l'insertion terminale des spores. Quoi qu'il en soit, voici les formes les plus ordinaires qu'affectent les sporophores filamenteux des nématés. L'état typique qui se retrouve dans un grand nombre d'espèces, est celui d'une cellule simple, qu'il est facile de reconnaître et de distinguer du mycelium par les caractères suivants: elle est tubuleuse, allongée, et au lieu de se prolonger ou de se ramifier vers son extrémité libre, elle émet une ou plusieurs spores disposées en séries ou en verticilles.

De plus, le port est généralement différent, et la dissemblance s'accentue encore par diverses considérations de coloration, de consistance, de dimensions, d'insertion, de ramification. La cellule fructifère reste rarement uniloculaire ; le plus souvent, elle se divise par des cloisons transversales plus ou moins nombreuses ; le protoplasma multiplicateur se rassemble en une zone terminale qui se renferme dans la dernière cellule, laquelle devient seule fertile. La base est cylindrique ou dilatée en cône, par exemple dans le genre *Acrothecium*.

On peut tirer d'excellentes indications pour l'établissement des genres ou la détermination des espèces, de la ramification, qui est dichotome, trichotome, irrégulière, fastigiée, fasciculée, en pinceau, en massue, en ombelle, en corymbe, en croix ; — et aussi de la coloration des filaments fertiles, qui sont tantôt blancs, tantôt incolores, tantôt noirs, jaunes, bruns, rouges, verdâtres, bleuâtres, le plus souvent d'une couleur différente de celle des spores.

Une remarque très intéressante à faire, c'est que les champignons *nématés* ne constituent le plus souvent que des états transitoires, des conditions dépendantes d'êtres multiples qui évoluent d'une manière complexe en changeant plusieurs fois de formes, et qui promènent leur identité individuelle à travers des métamorphoses successives, analogues à celles des insectes. Les moisissures à spores nues ne sont donc pas pour la plupart, et peut-être toutes, des espèces autonomes et libres ; elles ne sont que les premières manifestations de l'existence d'un être qui semble s'essayer à la vie en empruntant une forme vivante rudimentaire pour épanouir ensuite sa fécondité ainsi multipliée sous un aspect plus noble.

C'est là l'histoire des *champignons polymorphes*, l'une des plus belles conquêtes de la science contemporaine, et j'oserai dire de la science française, bien que la sagacité de l'illustre Fries, le Linné de la

mycologie, en ait eu le premier soupçon. C'est là l'histoire de ces infimes représentants de la vie, que l'œil non prévenu n'irait pas chercher, que rien ne recommande à l'attention, qu'on n'aperçoit quelquefois pas sans le secours du microscope, et dont l'organisme presque homogène a résolu le difficile problème de l'unité dans la multiplicité.

Un et plusieurs en même temps : un, c'est le même individu qui se développe par des phases successives; plusieurs, car les étapes parcourues dans cette évolution ne se ressemblent pas, et les germes reproducteurs qui témoignent de la fécondité de l'individu à toutes les époques de son existence ne sont pas identiques ! La première de ces étapes se fait toujours dans un organisme nématé, qui produit ses spores par un simple cloisonnement de ses filaments ; la dernière, dans un réceptacle sarcodé, qui doit le plus souvent son origine à une action fécondante, et dont les cellules fructifères, basides ou thèques, accomplissent leur fonction suivant un mode complexe.

Avant d'étudier ces réceptacles, qui sont formés par l'union intime des cellules et des filaments, il convient d'examiner brièvement quelques formes intermédiaires qui ne sont plus nettement filamenteuses, et qui ne sont pas évidemment contextées. Ce sont les réceptacles des coniomycètes épiphytes, et ceux de quelques mucédinés à fils fertiles parallèles agglomérés.

Dans certains cas, la fusion des éléments tubuleux est si parfaite qu'ils ne sont plus distincts dans le corps même du réceptacle, qui se montre alors sous la forme d'un amas charnu parfaitement homogène, mais dont la véritable nature se révèle par l'aspect de la surface portant les spores, et visiblement formée de filaments accolés. La base des coniomycètes parasites sur les plantes vivantes est constituée par une espèce de condensation mycéliale de consistance et d'aspect plus ou moins gélatineux. Cette base est

d'ailleurs très souvent indistincte, parce que les spores qui en émanent se détachent de bonne heure et la cachent ; elle n'est bien visible que dans le *Podisoma* et le *Gymnosporangium*. Ces deux genres, abstraction faite du mode de fructification, se rattachent aux Trémellinés, formant ainsi le passage des nématés aux sarcodés.

Il convient ici de faire remarquer que le terme hypha, dont se servent la plupart des mycologistes pour désigner les premiers, est absolument impropre, ou du moins, qu'il ne s'applique avec raison qu'aux espèces gélatineuses et charnues, c'est-à-dire, dont les fibres tubuleuses sont réunies en une seule masse : en effet, la racine υφη indique non pas un filament distinct et isolé, mais un ensemble de filaments contextés.

Hyménophore sarcodé; sa constitution; genèse et formation de ses éléments : cellules, fibres. — Le développement des réceptacles nématés explique suffisamment la genèse des hyménophores sarcodés, si l'on considère que ceux-ci sont le résultat de la fusion en un seul corps des filaments ou cellules tubuleuses qui constituent la base de tout organisme fongoïde, et qui sont là libres, ici réunis. Il y a là cependant une différence d'organisation essentielle, qu'accentue encore ce fait que tous les états intermédiaires sous le rapport de la végétation et de la forme, appartiennent aux nématés par leur fructification, et qu'entre les espèces à basides ou à ascymène et les espèces à clinides, il y a un large espace vide de formes de transition. C'est là un fait d'autant plus digne de remarque qu'il est presque unique dans la nature, où aucune espèce ne paraît véritablement isolée dans la série des êtres, de telle sorte que toutes les formes tiennent toujours par quelque point aux formes voisines, et qu'entre deux types éloignés, quels qu'ils soient, il y a toujours une infinité de dérivés dissem-

blables entre eux, qui procèdent de l'un ou de l'autre, et qui conduisent insensiblement de l'un à l'autre.

Le réceptacle des champignons charnus porte en général le nom d'hyménophore, parce que dans la plupart des cas, sa face fertile est tapissée par une espèce de membrane formée par la juxtaposition des cellules-mères, et qu'on nomme hymenium. L'élément anatomique exclusivement employé dans la constitution des champignons sarcodés est la cellule tubuleuse, ou filament, diversement conformée et unie à ses semblables. Cependant, dans certains groupes, les cellules reprennent leur forme primordiale, globuleuse ou polyédrique, de telle sorte que l'ensemble des tissus prend une apparence parenchymateuse.

Que l'on suppose ou non que cet état du tissu n'est que de seconde formation, et est dû au cloisonnement des filaments primitifs, il n'en est pas moins l'expression d'une réalité, et constitue une exception. En effet, l'idée que les tubes primordiaux se sectionnent en utricules plus ou moins sphériques est une supposition toute gratuite, qui peut être vraie, mais qui n'est pas absolument démontrée.

Il est évidemment permis de penser que cette notion d'une progression logique dans la marche de la nature est une notion certaine ; que les types procèdent les uns des autres en tant que types, c'est-à-dire, en tant que formes ; que les diverses productions vivantes que la Terre nourrit actuellement sont construites avec un élément primordial unique, qui, modifié dans ses rapports avec ses voisins, a constitué le composé matériel et fini destiné à devenir sensible et à produire des actes ; enfin, que cet élément, élevé à un rôle fonctionnel, est devenu l'origine de la différence des caractères, des mœurs et des habitudes, la distinction propre et en quelque sorte le criterium de l'individualité.

Mais de là à conclure que les variations spécifiques

de l'élément constitutif s'opèrent au sein de l'individu, et sont sollicitées par une puissance active de transformation dont le principe se transmet par l'hérédité, il y a loin. D'ailleurs, s'il en est ainsi, si l'individu en naissant n'apporte avec lui que le germe du caractère futur de ses tissus, il me semble qu'il serait plus rationnel de supposer à l'acquisition progressive de ce caractère une marche inverse, et, puisque la cellule globuleuse est le fondement de toute matière vivante, de regarder les champignons cellulaires comme des types de transition, sans vouloir en faire des êtres déchus. Les Russules à composition utriculaire seraient ainsi des formes normales, mais indiquant déjà une orientation spéciale qui s'accentue dans les sarcodés fibro-cellulaires typiques.

Le caractère de la substance dépend du mode de juxtaposition des cellules et de la prédominance de l'un des éléments constitutifs, utricules ou fibres. Ce caractère est généralement constant pour un même genre ; il est très souvent en rapport avec la nature du stratum nourricier, soit que celui-ci ait une influence sur les propriétés des formes, soit plus probablement qu'une obligation physiologique oblige ces formes à se développer sur un sol approprié à leur nature. Ainsi, en général, les champignons des bois, des marais, des prairies humides sont constitués par un tissu aqueux plus ou moins dense, tandis que les espèces qui préfèrent les clairières, le bord des routes et les endroits découverts sont fibreuses et coriaces. Il convient de faire une exception pour toutes les formes lignatiles, dont la consistance ne se trouve en rien déterminée par la station, et qui est toujours résistante, souvent subéreuse, quelquefois même ligneuse.

Vaisseaux lactifères. — Aux fibres et aux cellules sont joints, dans quelques genres, des vaisseaux d'une forme particulière, ou vaisseaux lactifères, qui

courent dans les couches subhyméniales. C'est le cas des Russules et des Lactaires, où ces vaisseaux, plus ou moins apparents, sont normalement lactescents. On retrouve ces vaisseaux chez les Hygrophores, mais avec une fonction spéciale, puisque au lieu de secréter un liquide laiteux, ils ne produisent qu'une humeur limpide. Le lait des lactaires consiste en un liquide plus ou moins épais, rarement translucide, qui sort, à la moindre rupture, des feuillets, du stipe, et de la partie supérieure du pileus. Il est toujours coloré, blanc, rouge, orangé ou jaune ; il tache les doigts, se concrète à l'air, et présente une odeur *sui generis* très caractéristique ; sa saveur est tantôt âcre, tantôt douceâtre, c'est-à-dire, qu'il est par le fait même tantôt dangereux, tantôt inoffensif.

Cette constatation d'une différence essentielle dans les propriétés de formes si voisines est importante, parce qu'elle montre qu'on ne saurait, malgré leurs affinités étroites, les rapporter toutes à une souche unique. En effet, les propriétés spécifiques intrinsèques ne varient pas jusqu'à produire dans les descendants des individus qui les présentent, par une suite de modifications progressives, des propriétés normalement contraires ; elles constituent la base de l'espèce, en ce sens qu'elles établissent les rapports physiologiques des parents et des descendants, alors même que les rapports morphologiques n'existent plus. C'est là un fait d'expérience qui nous permet de conclure à l'origine diverse des espèces à suc laiteux, parce qu'il nous paraît infirmer l'hypothèse de la transformation d'un principe toxique en un principe inoffensif.

Pileus; ses caractères; ses différents modes d'insertion.— L'hyménophore à spores découvertes est le plus souvent en forme de chapeau (Fig. 15) plus ou moins régulier, porté sur un pilier ou stipe. Il représente dans son état le plus simple une couche

charnue dont les cellules les plus extérieures, seulement juxtaposées, sont fertiles et donnent naissance à des corpuscules reproducteurs.

Chez les Agarics et les genres analogues, qui représentent les formes les plus belles des champignons, sinon les plus complexes, le chapeau ou pileus est toujours primitivement orbiculaire; plus tard, dans certaines espèces, la marge devient lobée ou laciniée. Il présente d'ailleurs de nombreuses modifications dans son aspect et ses rapports avec les organes voisins, feuillets, tubes et stipe. Il est tantôt hémisphérique, tantôt conique, subglobuleux à marge enroulée ou creusé en entonnoir et profondément déprimé; lisse ou sillonné, et présentant ordinairement dans ce cas une partie plane et unie, qu'on appelle disque; strié, velu, hérissé, squamuleux, peluché, poudreux, sec ou visqueux, terne ou luisant, quelquefois marqué de raies convergentes ou de crevasses parallèles et rayonnantes.



Fig. 15. — *Agaricus volvaceus* Fr.

Sa consistance est charnue ou coriace; il est plus ou moins épais, quelquefois très mince, composé seulement d'une pellicule ou même constitué par les dos cohérents des feuillets. Dans sa forme typique, il est porté sur un stipe central, libre ou confluent; les pleurotes indiquent une direction spéciale, manifestée par l'avortement normal du stipe, de sorte que le pileus est attaché latéralement à son support, sessile ou reposant sur un court prolongement charnu. (Fig. 16). Cette forme particulière paraît être déterminée par la station des espèces sur les troncs

d'arbres; dans cette situation, le mycelium produisant horizontalement ses réceptacles, le stipe n'a plus sa raison d'être qu'à la condition de se courber pour reprendre sa direction ascendante. Nous trouvons cet état dans quelques espèces de transition (*Mycena corticola*, par exemple), qui, avec la forme particulière aux espèces humigènes alliées, doivent se plier à un genre de vie tout différent, et, par suite, doivent modifier cette forme, sans la détruire dans ses caractères essentiels, jusqu'à ce qu'elle soit en rapport avec leur tendance à habiter les troncs d'arbres.



Fig. 16. — *Polyporus lucidus* Fr.

L'exagération de cette tendance nous conduit, par des transitions insensibles, aux réceptacles charnus résupinés, dont on trouve de nombreux exemples chez les Polypores, les Hydnes et les Théléphores. Ces réceptacles sont constitués par des plaques d'étendue variable, généralement elliptiques ou arrondies, qui s'étendent en rayonnant sur le stratum nourricier, à la surface duquel le mycelium les produit directement, au point qu'ils ne font souvent qu'un avec lui et qu'il est impossible de les en séparer. Dans ces espèces, l'épaisseur de l'hyménophore proprement dit, c'est-à-dire, de la partie stérile tapissée par l'hymenium, est généralement peu considérable; elle est simplement constituée par une condensation du mycelium, dont

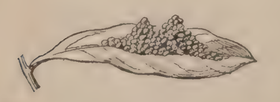


Fig. 17. — *Diderma globosum* Fr.

les fibres s'enchevêtrent en forme de tissu feutré vers le centre, et restent libres à la marge, qui prend ainsi une apparence byssoïde. Le pileus résupiné de quelques Théléphores ne prend cette forme que dans la jeunesse du réceptacle ; à la maturité des spores, la partie supérieure se détache du support, et se renverse de manière à simuler un pileus sessile de Pleurote.

Avant de passer à l'étude des différents hyménophores endobasides (Fig. 17 et 19), il convient d'examiner une forme particulière de réceptacle à spores nues qui se rencontre chez les Clavaires (Fig. 18), dont l'hymenium est lisse et entoure une masse charnue ou gélatineuse divisée en rameaux cylindriques ou comprimés. La partie extérieure des clavariés est en général entièrement féconde, mais, dans plusieurs espèces, il y a un stipe distinct, c'est-à-dire, un support dont les cellules externes ne sont pas destinées à produire des spores.

Fig. 18. — *Calocera cornea* Fr.

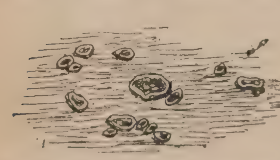
Fig. 19. — *Cyathus vernicosus* Fr.

Hyménophore claviforme. — Par les espèces simples, comme la clavaire pilon, nous sommes conduits aux champignons ascophores à ascymène étalé à la surface d'un réceptacle ; le *geoglossum*, qui ressemble absolument par l'aspect extérieur à une clavaire, forme la transition immédiate. Autour de cet état encore rudimentaire, mais qui signale la décision d'une aptitude toute particulière, rayonnent en s'enchaînant toutes les formes des ascomycètes charnus. La localisation des aptitudes reproductrices sur une partie limitée de la surface nous donne les genres *Mitrula* et *Heyderia*, qui ont encore leur hymenium lisse, et leur réceptacle en forme de massue, confluent, c'est-à-dire, représentant une simple

continuation, sans modification de forme, de la partie stérile. Le premier degré de l'acquisition progressive de cette modification fournit les caractères du *Leotia*, dans lequel se résument les principes de l'organisation spéciale qui se révèle plus parfaite dans les espèces typiques de la famille : à savoir, la distinction nette du support et de l'hyménophore, et l'aspect costulé de la surface fertile. Cette organisation s'accentue progressivement dans les Helvelles (Fig. 20), où le réceptacle, adhérent par le sommet, est en forme de mitre infléchie, comme gonflée, sinueuse, stérile à la face interne, fertile à la marge et à la face externe, et dans les Morilles, dont quelques espèces ont le pileus définitivement libre de son support, sauf dans une partie très réduite, et qui ont toutes le réceptacle creusé de profonds alvéoles.


Fig. 20. — *Helvella crispa* Fr.

Origine de la forme des pézizes. — Les pézizés Fig. 21) paraissent construits sur un module spécial ; les formes de transition y sont moins nombreuses, et les rapports avec les familles alliées moins étroits. La forme la plus générale est celle d'une concavité en coupe ou en entonnoir, tantôt stipitée et presque régulière, tantôt sessile et dans ce cas très souvent contournée en lobes bizarrement découpés. Cette coupe adhère toujours au mycelium par sa partie centrale, et même dans les individus sessiles, les premières nodosités qui ont


Fig. 21. — *Peziza granulosa* Bull.

donné naissance au réceptacle se trouvent condensées en un petit amas intermédiaire entre l'hyménophore et le mycelium. La consistance est le plus souvent charnue, quelquefois gélatineuse, quelquefois encore céracée, c'est-à-dire, demi-transparente et fragile comme de la cire.

Constitution des réceptacles ascigères. — Si l'on étudie la structure de la partie stérile d'un hyménophore ascomycète, on y trouve, en allant de l'extérieur à l'intérieur, plusieurs couches distinctes de cellules; celles du dehors, qui forment une espèce de velum protecteur confluent, et qui entourent la masse charnue d'un réseau continu, sont grandes, polyédriques, juxtaposées en tissu assez lâche. Nettement distinctes de celles-ci sont les cellules intérieures, beaucoup plus petites et sensiblement plus serrées, partant plus anguleuses; elles laissent çà et là entre elles des méats ou petites cavités vides de tout élément organisé, où débouchent des vaisseaux d'un diamètre étroit, qui se ramifient et s'anastomosent. Ces vaisseaux sont plus nombreux dans les couches subhyméniales, constituées par des cellules extrêmement petites, ne différant pas des autres par leur forme, mais qui ont pour rôle de produire directement les cellules-mères ou asques, dont nous étudierons plus loin l'évolution. La partie externe de la coupe se trouve souvent appendiculée d'un tomentum laineux ou feutré plus ou moins abondant, émanation mycélienne composée de fibres qui se sont rompues sous l'effort du développement de l'hyménophore, et qui restent comme la trace sensible de son origine et de ses premiers rapports avec l'organe végétatif. Dans plusieurs espèces même, les filaments byssoïdes ne se brisent pas, et forment un subiculum qui réunit entre eux les divers réceptacles produits par un même individu.

Si l'on considère les rapports des ascomycètes sarcodés d'une manière absolue, abstraction faite de

leurs affinités avec les autres champignons charnus, on leur trouve une genèse morphologique toute différente de celle que nous venons d'exposer, et on trouve nécessairement pour point de départ à la forme qui présente au plus haut degré le plus grand nombre de leurs aptitudes, celle qui offre ces mêmes aptitudes en moindre quantité et avec moins de développement. Les *pézizes* remplissent ces conditions; en effet, leurs représentants les plus simples, qui n'offrent qu'une coupe posée sur un mycelium, contiennent en germe les caractères des espèces supérieures, et affectent la seule forme que puisse affecter une simple réunion d'asques. Franchissant la distance qui sépare les nématés des sarcodés, ils constituent dans cette dernière classe le premier état par lequel passerait un être en voie de transformation, qui s'élèverait d'un simple filament à une masse formée de plusieurs fibres agglomérées. Il est certain que l'acquisition d'un caractère si important, puisqu'il constitue la délimitation nette de deux genres de vie tout différents, ne va pas sans d'autres modifications : car deux organes analogues qui se développent, l'un librement, l'autre au milieu d'éléments qui le compriment et gênent son évolution, ne sauraient affecter la même forme. D'où il suit que les parties constitutives du tissu des pézizes, bien qu'originairement semblables aux tubes des ascophores filamenteux, ne sont pourtant pas des filaments.

Mais, cette idée nous étant acquise que leur forme et leurs propriétés, qui doivent être modifiées par les qualités correspondantes des éléments voisins, sont essentiellement les mêmes que la forme et les propriétés des organes analogues libres, voyons comment doit être constitué l'être qui marque la première étape dans cet acheminement vers un *modus vivendi* différent, à travers une série de types qui sont autant d'espèces radicalement distinctes, mais qui s'enchaînent de telle sorte qu'ils conduisent insensiblement

de l'organisme le plus simple à l'organisme le plus complexe, et offrent tous l'épanouissement des caractères contenus en germe dans les formes immédiatement inférieures, et le rudiment des caractères développés dans les formes immédiatement supérieures. Les cellules tubuleuses dont la production succède à la fécondation, et qui correspondent aux sporophores des ascomycètes filamenteux, se divisent par des cloisons transversales en cellules polyédriques ou subglobuleuses, dont l'apparence fusiforme avec les extrémités tronquées constitue la dernière trace de leurs analogies, se réunissent en un faisceau qui constitue la base stipitiforme de la coupe ; cette base est plus ou moins apparente. Une fois constitué, et en vertu de la tendance qu'ont tous les champignons à produire le plus grand nombre possible de cellules fertiles sur une étendue limitée, le nodule se dilate à la partie supérieure et se creuse, de sorte que l'hymenium occupe un espace au moins double de celui qu'il occuperait sur un réceptacle plan de même diamètre. Ainsi donc, par une transition bien évidente et bien simple, nous passons des filaments libres aux filaments agglomérés; ceux-ci sont fasciculés et perdent leur caractère propre en se sectionnant; à leur partie supérieure, les cellules ainsi formées produisent des ramifications analogues à celles qu'émettent les filaments des mucorinés, et de chacune de ces ramifications, qui sont toutes réunies en un disque compacte, émane une cellule-mère. Et voilà la forme *pézizoïde* constituée, sans que nous ayons besoin pour l'expliquer d'avoir recours à toute la filiation des hyménomycètes, depuis l'agaric jusqu'à la clavaire, avec le géoglosse pour établir le passage. De cette forme découlent toutes les autres, soit qu'elles représentent seulement en elles-mêmes l'épanouissement complet des attributs de la pézize, soit qu'elles s'orientent dans une direction différente, mais ayant même origine.

Cette direction différente est représentée par les ascomycètes chez lesquels les thèques ne sont pas réunies en un hymenium superficiel. Les formes les plus simples sont des espèces souterraines, dont la Truffe représente l'organisation la plus parfaite, et qui sont caractérisées par un peridium sessile, arrondi, arrhize, ou *cortex*, correspondant à la partie externe de la coupe; à l'intérieur se différencient des vésicules subglobuleuses, qui doivent constituer les asques.

Périthèces; périclines; leur déhiscence. — Toutes les formes à ascymène enclos qui différencient leurs éléments à la lumière sont comprises dans la grande famille des Pyrénomycètes de Fries, groupe immense encore imparfaitement connu sous le triple rapport de la morphologie, de la morphogénie, et des aptitudes physiologiques. A la base de ce groupe, et représentant son caractère essentiel dans toute sa simplicité, se placent les sphéries uniloculaires, dont le mycelium produit un ou plusieurs périthèces distincts. Ces périthèces sont de petits nodules creux, sphériques ou ovoïdes, dont la base arrondie repose directement sur le tissu mycélien; ils sont constitués par une matière dense, membraneuse ou cornée, presque jamais charnue, souvent noirâtre, sombre ou obscure, quelquefois rouge ou orangée. D'ailleurs, cette forme primitive varie à l'infini, et pour des raisons multiples; les dimensions ne sont pas constantes, mais plutôt petites.

Quant au sphéroïde typique, il se déforme progressivement dans les espèces intermédiaires, jusqu'à présenter la forme d'un ellipsoïde très comprimé, parfois même presque plan, et parallèle aux nervures des feuilles qu'il attaque. Dans ce cas, la cavité interne est peu distincte, et la base du périthère est plutôt une espèce de couche subhyméniale étalée, à la surface de laquelle les asques sont réunis, non pas précisément

en un hymenium régulier, mais en un nucleus linéaire. On a ainsi une espèce de pézize coriace, dont le disque est représenté par la partie fertile, et la coupe par les bords confluents du périthèce immarginé; l'analogie est d'autant plus étroite que très souvent les lèvres qui marquent la déhiscence ne sont pas libres du noyau. Cette déhiscence se fait par une fente longitudinale, et les sporidies sont rejetées au dehors avec un magma gélatineux; quelquefois d'une simple ouverture rayonnent des fissures en étoile.

La forme sphérique des périthèces n'est pas modifiée par la pression qu'ils pourraient exercer l'un sur l'autre par leur voisinage; en effet, l'effort de cette pression est annihilé d'une part par la résistance des loges dont l'enveloppe est le plus souvent cartilagineuse ou même cornée, d'autre part par la présence entre les cavités fertiles d'une partie organisée, charnue ou coriace, qui s'étend en nappe et englobe tous les réceptacles, et qu'on nomme *stroma*. L'état le plus rudimentaire du stroma est un simple subiculum tomenteux analogue à celui des pézizes, et qui annonce déjà l'apparition d'un organe intermédiaire entre l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur; son état le plus parfait est la forme caulescente.



Fig. 22. — *Xylaria hypoxylon* L.

Il est le plus souvent, dans les individus adultes, constitué par une substance très sèche, friable, de la nature des périthèces, mais plus fragile. Chez les Torrubes et les Xylaires (Fig. 22), il est en forme de tige dressée, claviforme, cylindrique ou subplane, tantôt simple, tantôt rameuse ou digitée, très souvent poudreuse au sommet dans sa jeunesse; à la base est une portion stérile stipiti-

forme, qui est quelquefois velue, c'est-à-dire, hérissée de débris mycéliens. La portion fertile forme une couche externe résistante semblable à un épiderme, et généralemement d'une couleur différente de celle de la couche interne; dans cet épiderme sont nichés de petits globules disposés en séries plus ou moins régulières, et faisant une légère saillie au dehors de manière à donner au stroma une apparence rugueuse. Dans *Poronia*, ce même organe est marginé, cupuliforme ou pulviné, et les loges ne sont pas distinctes au dehors. Ces loges constituent les périthèces, qui n'ont point d'enveloppe propre, et qui sont limités seulement par la substance du stroma.

La déhiscence des périthèces (Fig. 23) se fait suivant un mode variable; elle est presque toujours terminale, et chaque loge s'ouvre au sommet par un pore arrondi, ou ostiole, dont les bords parfois sont à peine sensibles, et dans d'autres espèces se prolongent en un bec filiforme, qui tantôt, dans les espèces superficielles, s'épaissit et se dilate, tantôt, dans les espèces qui vivent sous l'épiderme, perce cet épiderme et vient offrir au dehors une issue aux sporidies. Les périthèces des Sphéries ont presque toujours leur base enfoncée dans un mycelium endophyte; chez les érysiphés, au contraire, les conceptacles ascigères, qui ne sont pas spontanément déhiscents, reposent très souvent sur des fibres rayonnantes et distinctes qui naissent à la surface des feuilles ou des tiges qu'ils habitent.

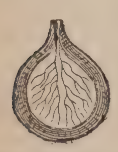


Fig. 23.—Coupe d'un périthèce de Sphérie.

Ce qui prouve bien que les sporifères et les sporidiifères ne procèdent pas les uns des autres, mais constituent plutôt deux séries parallèles, c'est que le perfectionnement progressif des formes suit dans les deux classes une marche analogue. Partant des nématés, représentés d'un côté par les Mucédinés et de l'autre par les Mucorinés, et passant par les Tubercu-

laires et l'*onygena*, chez lesquels les filaments, bien que nettement contextés, sont encore distincts à la partie supérieure de l'hyménophore, nous arrivons aux sarcodés, agaric ou clavaire et pézize.

Les sarcodés sporifères se divisent en deux séries, comme les sarcodés à asques : chez les uns, les spores sont superficielles; chez les autres, elles sont encloses dans un peridium. Ce peridium est constitué par une sorte de bourse plus ou moins résistante, toujours formée d'un certain nombre de couches concentriques, qui, dans plusieurs espèces, se séparent en deux membranes très distinctes, l'une extérieure ou pseudovolva, l'autre intérieure ou peridium proprement dit. Il est généralement subglobuleux, quelquefois pyriforme ou ovoïde, avec un stipe confluent ou un simple prolongement stipitiforme. Quant aux petits périthèces des pyrénomycètes, ils sont représentés par des pseudopérithèces ou *périclines*, qui entourent des nucleus formés de clinides fertiles.

D'ailleurs, il convient de faire remarquer que ce parallélisme des formes dans les deux séries a souvent sa raison d'être, parce que les causes qui déterminent leurs affinités progressives sont les mêmes dans l'une et dans l'autre. En effet, le polymorphisme nous apprend qu'un grand nombre de formes à clinides, c'est-à-dire, à cellules-mères monospores, ne sont que la première condition de formes plus parfaites à asques. Faut-il s'étonner dès lors que ces dernières formes conservent, en les modifiant légèrement pour les approprier à leur nouveau mode de fructification, les caractères déjà acquis à la première condition de leur identité spécifique; qu'une pézize, par exemple, rappelle le dacrymyces dont elle provient; un mucor, la moisissure qui en est l'origine; et qu'une sphérie produise ses thécaspores dans des périthèces analogues aux périclines dans lesquels sont nées les clinides de la sphéronémée correspondante ?

CHAPITRE IV

ORGANES ESSENTIELS DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR

Cellules-mères; basides; spicules. — Basymène; cystides. — Trame; reliefs hyméniens. — Feuillets. — Côtes; nervures. — Tubes. — Aiguillons. — Formes hyménomycètes considérées comme des modifications d'une réalisation typique. — Pseudobasides. — Basiglèbe. — Capillitium; péridioles. — Clinides. — Clinymène; cliniglèbe. — Sporanges; asques. — Evolution des asques. — Ascymène; paraphyses; gélin; reliefs hyméniens; asciglèbe. — Exposition de l'hymenium. — Spore; cavité sporique; épispore; endospore. — Forme, volume, couleur et contenu des spores. — Basidiospores; thécaspores; trichospores; pleurospores; embolispores. — Conidies; chlamydospores; pseudospores; urédospores; hypospores. — Stylospores; spermaties. Pycnides; spermogonies. — Zoospores.

I. — Cellules-mères; hymenium

Cellules-mères; basides; spicules. — Les seuls organes essentiels des champignons, au point de vue des fonctions de reproduction, sont les cellules superficielles ou encloses qui produisent directement les germes ou spores, et qu'on désigne par le terme général de cellules-mères. Dans les formes les plus parfaites, que pour cette raison Léveillé nommait basidiosporées, ces cellules sont constituées par des *basides* (Fig. 24), utricules vésiculeuses, rétrécies à la base et dilatées au sommet en massue ovoïde creuse, qui sont rangées côte à côte, et qui émanent d'une couche spéciale de cellules, ou couche sous-hyméniale. Elles sont absolument isolées et limitées par une cloison; deux membranes forment leurs parois, l'intérieure de nature plasmatique, l'extérieure de nature cellulosique.

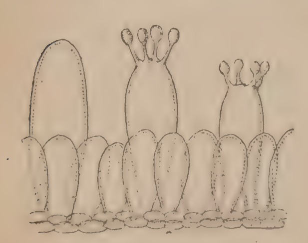


Fig. 24. Cellules hyméniales; basides; cystides.

A l'intérieur se trouve renfermé un plasma abondant, plus dens au centre, et contenant des granules

oléagineux transparents qui se réunissent en gouttelettes nageant dans un liquide mucilagineux. Les basides produisent leurs spores par une formation exosporée; à la partie terminale, qui est toujours dilatée et arrondie, apparaissent et se développent simultanément deux, quatre, six ou huit prolongements subglobuleux ou elliptiques, qui se renflent à l'extrémité en vésicules sphériques, pendant que la base s'étrangle en un court support apiculé; les vésicules terminales constituent les spores, les supports les *spicules* ou stérigmates.

Dans les espèces typiques, les basides restent toujours entières, et produisent immédiatement une quantité paire de germes. Mais dans une famille de transition, qui sous le double rapport des formes et des fonctions, nous conduit aux Clinidés, les basides primitives se sectionnent, avant d'émettre leurs prolongements, en quatre cellules plus petites, dont les parois contiguës ou libres se rejoignent tantôt à la base, tantôt vers le milieu de la baside. Dans le premier cas, la tétratomie est complète, et l'on peut considérer les cellules de seconde formation comme de véritables clinides monospores; dans le second cas, elle n'est que partielle, et les prolongements vésiculeux représentent les spicules des types supérieurs, avec cette différence qu'ils sont beaucoup plus longs.

Basymène; cystides. — On partage les basidiosporés en deux ordres; dans les premiers, les basides sont disposées à la surface d'un réceptacle; dans les seconds, elles sont enfermées dans un peridium clos de toutes parts, au moins dans la jeunesse de la plante. L'ensemble des basides extérieures constitue une sorte de tissu très lâche, qu'on nomme tissu fructifère, hymenium ou ici plus particulièrement *basymène* ; ce tissu, qu'on peut considérer idéalement comme une membrane étendue à la surface de l'hyménophore, bien que rien ne soit « mieux

isolé que ses éléments cellulaires, qui sont simplement côte à côte et contigus » (de Seynes), comprend, dans les Agaricinés, deux sortes d'utricules : les uns fertiles, qui se couronnent de stérigmates et qui sont les basides, les autres stériles et qu'on nomme *cystides*.

Les cystides (Fig. 24) sont toujours plus grandes que les basides ; elles varient d'ailleurs de dimensions et de forme selon les espèces. Elles partent également des cellules les plus extérieures du tissu sous-hyménial ; elles sont rétrécies à la base, mais avec un diamètre généralement supérieur à celui des filaments tubuleux qui en sont l'origine ; elles se dilatent insensiblement et se terminent à l'extrémité en cône arrondi. Corda et Hoffmann attribuaient aux cystides un rôle fécondateur ; mais ce qu'on sait aujourd'hui des phénomènes sexuels chez les champignons ne permet plus de s'arrêter à cette hypothèse, en faveur de laquelle ne militait d'ailleurs aucun fait précis. Il est plus conforme à la réalité de regarder ces organes comme des basides hypertrophiées, et par le fait même, normalement abortives et revenues aux fonctions végétatives. Cette manière de voir est appuyée par ce fait que dans plusieurs sections de l'*Agaricus* (*Pluteus* et quelques autres), les cystides s'atténuent à leur partie extérieure en petites cornes qui rappellent les spicules des basides après la chute des spores.

Un troisième élément entre dans la constitution de l'hymenium des agaricinés : il se compose de cellules stériles plus grandes ou plus petites que les basides dont elles offrent d'ailleurs la forme, et qui représentent la partie essentielle du tissu hyménial, en ce sens qu'elles donnent immédiatement naissance aux éléments fertiles ou même qu'elles peuvent se transformer directement en cellules-mères. Ainsi, l'hymenium n'est pas à proprement parler un organe radicalement distinct ; il n'évolue et ne se développe que postérieurement à la différenciation des autres parties, et son apparition n'indique que l'acquisition

par l'individu d'une aptitude nouvelle, l'aptitude reproductrice, sans modification essentielle des organes, puisque le même élément concourt à la formation complète de la partie destinée à servir cette aptitude, et s'élève des cellules stériles atrophiées aux cellules stériles hypertrophiées et aux cellules fertiles normales.

Trame; reliefs hyméniens. — Au-dessous de l'hymenium, et servant de support immédiat à cet organe, se trouve une couche d'utricules à texture ordinairement lâche, et qui n'est autre chose qu'une portion d'hyménophore modifiée légèrement dans sa constitution selon les contours qu'elle doit affecter. Cette couche, qui se confond entièrement avec la partie stérile dans les espèces à surface lisse, et qui, dans les espèces à surface plissée, s'en distingue ordinairement par son aspest plus aqueux et quelquefois par sa coloration, se nomme trame. La *trame* détermine les reliefs de l'hymenium, qui sont très variables, et qui dans leur forme la plus commune, représentent des rides rayonnantes, ou feuillets.

Fig. 25. — Feuillets d'*Agaricus lacrymabundus* Bull.

Feuillets. — Les feuillets (Fig. 25), dont la présence constitue le caractère disstinctif de l'immense groupe des Agaricinés, sont des protubérances planes et très comprimées de l'hyménophore, qui s'insèrent au stipe et à la partie extérieure de l'hyménophore. Leur base est généralement large, et leur bord extérieur, qu'on appelle *tranche*, très aigu; cependant, chez les Russules et les Lactaires, la tranche est le plus souvent

obtuse et arrondie. Ils sont tantôt droits et lancéolés, dilatés vers le stipe et atténués vers la marge; tantôt ventrus, triangulaires ou falciformes.

Dans la grande majorité des genres, ils sont inégaux, c'est-à-dire, alternativement plus grands et plus petits, avec un nombre variable de demi-feuillets entre deux feuillets entiers ; ils ne sont égaux et entiers que dans quelques Lactaires et la plupart des Russules, où ils sont aussi souvent bifurqués. Leur consistance est analogue à celle de l'hyménophore, tantôt charnue, tantôt céracée et fragile, tantôt même résistante et membraneuse. Ils sont déliquescents chez les Amanites et les Coprins, c'est-à-dire, qu'à l'époque de la maturité des spores, ils se réduisent en une eau noire qui permet l'infiltration des germes dans le stratum nourricier.

En général, la couleur des feuillets est en rapport avec celle des spores qui naissent à leur surface ; ils sont blancs ou jaunes dans la grande majorité des leucospores et des hyporhodes ; fauves dans la plupart des espèces à spores ferrugineuses ; cendrés, violacés ou verdâtres dans les formes à spores pourpres, et enfin noirs chez les Coprinaires. Relativement à leur insertion sur le stipe, les feuillets sont libres, adnés, sinuato-adnés ou décurrents : libres, quand leur extrémité supérieure seule atteint le stipe; adnés, quand leur partie interne est entièrement adhérente ; sinuato-adnés, quand ils forment un sinus rentrant plus ou moins arrondi avant leur insertion, et enfin décurrents, quand ils se prolongent sur le stipe en une pointe atténuée.

Côtes, nervures. — Une première modification des feuillets nous donne les *côtes* des Cantharelles, plis sinueux et saillants, à tranche obtuse et à section transversale subrectangulaire, à trame indistincte confluente avec l'hyménophore, qui ne sont déjà plus régulièrement rayonnants, et qui se bifurquent en

rameaux disposés en éventail. Des alvéoles très allongés se trouvent ainsi constitués, marquant la première étape d'une évolution qui nous conduit aux formes typiques des Polyporés. Ces alvéoles s'accentuent dans *Merulius* et *Dœdalea*, en même temps que les reliefs de l'hymenium se trouvent moins accusés, et constituent simplement des veines ou des plis poriformes, inégaux, anastomosés, flexueux et très confluents. Ainsi, la réalisation agaricoïde explique parfaitement, par de simples modifications de détail, les formes des autres familles alliées, et donne naissance, suivant que l'un ou l'autre des caractères nouvellement acquis prédomine, aux hyménophores à tubes et aux hyménophores lisses. Les premiers ont pour origine la réunion des feuillets typiques en tubes plus ou moins allongés; les seconds, la disparition totale de ces mêmes feuillets ; il est bien entendu que des types de transition conduisent aux formes les plus parfaites de ces deux séries.

Tubes. — Nous en venons donc à considérer les tubes (Fig. 26) comme de simples feuillets anastomosés entre eux ; dans les espèces qui présentent ce caractère d'une manière régulière, les tubes ainsi formés sont encore grands et anguleux, 4-6 gones et larges comme les alvéoles d'un guêpier. Si nous remontons la série, nous nous éloignons de plus en plus de cette forme : les parois des tubes s'allongent et s'amincissent ; leur orifice se rétrécit et s'arrondit ; dans quelques Bolets, ils sont à peine distincts à l'œil. Abstraction faite d'ailleurs de leur caractère essentiel, les tubes sont absolument, dans tous leurs éléments, analogues aux feuillets.

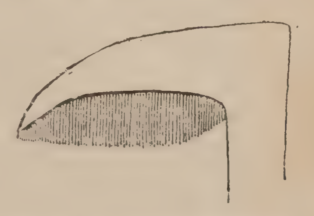


Fig. 26. — Tubes de *Boletus scaber* Fr.

Ils sont comme eux, par rapport au stipe, tantôt libres, tantôt adnés, tantôt décurrents; leur orifice est nu ou cilié, entier ou lacinié. Dans *Polyporus*, la trame et l'hymenium sont absolument confluents avec la chair de l'hyménophore; dans *Boletus*, au contraire, ils en sont très distincts.

Aiguillons. — Des tubes aux *pointes* (Fig. 27) des Hydnes, la transition est insensible par quelques Polypores intermédiaires qui, dans l'âge adulte, modifient le caractère des organes reproducteurs propres au genre auquel ils appartiennent jusqu'à leur donner la forme des organes analogues chez les Hydnés. Ainsi, en suivant le développement progressif de l'hyménium chez *Polyporus versicolor*, nous voyons d'abord la surface fertile se marquer de dépressions extrêmement petites, régulières, et nettement orbiculaires, très rapprochées les unes des autres; ces dépressions se creusent jusqu'à prendre la forme de tubes allongés et exactement cylindriques; après une nouvelle période, coïncidant ordinairement avec l'époque de l'émission des spores, les parois se déforment, et l'orifice des pores devient anguleux; enfin, la trame se détruit en certains endroits, s'allonge en d'autres, de telle sorte que les reliefs hyméniens prennent l'aspect de languettes déchiquetées et souvent libres jusqu'à leur insertion sur l'hyménophore. N'avons-nous pas alors un véritable hydné?

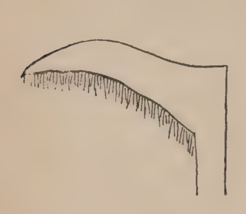


Fig. 27. — Pointes de *Hydnum repandum*.

Il est évident que la forme typique de la famille ne reste pas limitée à ces caractères, qui ne sont encore qu'indiqués, et dont l'apparition n'est d'ailleurs ici que le couronnement anormal d'une réalisation toute différente, et on pourrait même dire le commence-

ment de la déchéance d'une existence dont ils ne constituent pas le but, mais le terme. Cependant, dans les êtres de transition où ils ont leur raison d'être et leur utilité, ils sont encore rudimentaires ; dans *Sistotrema,* par exemple, les pointes affectent la forme de lanières denticulées, planes, très courtes, irrégulièrement déchiquetées et tordues. Mais, dans les espèces typiques d'*Hydnum*, elles sont en forme d'aiguillons pendants, confluents avec l'hyménophore, libres les uns des autres, tantôt \égaux et subulés ou coniques, aigus ou obtus, tantôt comprimés et inégaux, ou en lamelles planes laciniées. D'après Fries, il faudrait considérer les pointes des Hydnes comme des tubes toujours fermés. Le passage d'une famille à l'autre se ferait ainsi, grâce à une modification essentielle de l'organe, par le genre *Fistulina*, et non plus par les Polypores avec une simple transformation des parois fertiles. Il nous paraît plus rationnel de regarder les Fistulines comme réalisant une aptitude qui leur est rigoureusement limitée, et, rattachant toutes les espèces des ectobasides à un type unique, le type agaricoïde, de considérer les aiguillons comme de simples portions de feuillets.

Formes hyménomycètes considérées comme des modifications d'une réalisation typique. — Il est facile de s'assurer d'ailleurs que toutes ces espèces rayonnent, à des degrés divers, autour de ce type, non pas qu'elles en procèdent par voie de génération, mais en ce sens que les formes s'enchaînent depuis la plus complexe jusqu'à la plus simple, et que leurs caractères dérivent les uns des autres. Nous avons vu, en effet, la multiplication excessive des reliefs de l'hyménium nous donner la famille des Polypores, et, les tubes devenant libres et irréguliers, ceux-ci nous conduire aux Hydnés. D'un autre côté, la disparition progressive de tout relief hyménial fournit le caractère distinctif des Théléphores et des

Clavaires. Les Auriculaires procèdent certainement des Mérules, au même degré que les Polypores, chacun de ces deux genres ayant développé à l'exclusion des autres le caractère qui lui est propre, et qui était contenu en germe dans le genre composite qui établit la transition : à savoir, le premier, la diminution des côtes fertiles, et le second, la réunion de ces côtes en alvéoles poriformes. La réalisation théléphoroïde typique nous semble consister dans la forme d'un stratum plan, plus ou moins épais, entièrement sessile et appliqué sur son support, et tapissé par un hyménium lisse ou offrant à peine quelques papilles. Le point de départ de cette forme est évidemment le *Craterella*, qui a encore un pileus assez distinct ; elle s'accentue progressivement dans *Stereum*, dont l'hyménophore n'est résupiné que dans sa jeunesse, et enfin dans *Corticium*, qui ne se retourne jamais. Quelques genres disparates, comme on en trouve dans toutes les séries, se rattachent à cette forme sans avoir avec elle de grandes analogies, pour la seule raison qu'il est impossible de leur trouver d'autres affinités.

Pour passer des agarics aux clavaires, la route est un peu plus tortueuse. La première étape qui marque l'acheminement vers leur forme idéale nous est fournie par quelques espèces de Cantharelles, chez lesquelles le stipe est perpendiculaire, confluent avec le pileus, de manière à présenter une apparence claviforme ; de plus, les veines sont à peine sensibles ; les caractères qui forment la base de toute la famille, à savoir l'hymenium lisse et la forme cylindrique, se trouvent déjà indiqués; ils s'accentuent dans les Clavaires simples. Pour expliquer la forme des clavaires rameuses, il convient d'emprunter un autre élément à la famille des Hydnés, et d'assimiler les subdivisions du tronc principal aux aiguillons, en considérant toutefois que ceux-ci doivent obéir à la tendance qui pousse l'hyménium à se développer non plus sur une

surface plane, mais sur une surface courbe, et par suite doivent diriger leur extrémité libre, non plus en bas, mais en haut. Ainsi, par la seule considération des aptitudes de l'hymenium dans les divers groupes, nous arrivons à expliquer la forme typique de ces groupes et la succession des espèces de transition qui y conduisent. Mais, ce que nous ne saurions définir, c'est la loi en vertu de laquelle les tendances fonctionnelles varient ; il est possible, étant donné telle aptitude physiologique, de dire quelle sera la forme de l'organe destiné à la servir ; mais la raison d'être et la cause de cette aptitude échappent à l'investigation, ce qui prouve une fois de plus que le comment des choses n'est pas toujours suffisant pour en expliquer le pourquoi.

Pseudobasides. — Les Trémellinés constituent un type distinct des autres basidés par sa fructification et des clinidés par son hyménophore charnu gélatineux, mais formant la transition entre les deux classes et se rapprochant de chacune d'elles par le caractère qui l'éloigne de l'autre. Ces plantes empruntent la substance de l'hyménophore à certaines Clavaires du genre *Calocera ;* elles sont formées d'un mucilage incolore, à cellules obscures non distinctement contextées, parmi lesquelles courent des filaments très fins, ramifiés et irrégulièrement confluents.

Un réseau filamenteux se trouve ainsi constitué, dont les fibres les plus externes émettent latéralement ou à leur sommet des renflements vésiculeux, analogues à des basides, et qui prennent un volume relativement considérable.

Ces *pseudobasides* (Fig. 28) se remplissent d'un protoplasma granuleux et renfermant toujours un pigment coloré. Lorsqu'elles sont parvenues au plus grand développement qu'elles doivent atteindre, elles s'allongent à leur partie terminale, et se divisent par

des cloisons longitudinales qui s'entrecoupent sur l'axe en deux, trois ou quatre cellules plus petites et tubulaires, dans lesquelles passe tout le protoplasma originairement contenu dans la cellule-mère. Il est facile de reconnaître dans ces tubes l'analogue des spicules qui se développent sur les basides normales; cependant, ils en diffèrent dans leur évolution en ce sens qu'ils prennent un accroissement plus considérable, et que leur développement n'est pas simultané, mais successif. Ils ont d'ailleurs la même fonction, et ne tardent pas à se dilater à l'extrémité en une cellule sphéroïdale qui se limite à la base par un étranglement et qui devient une spore. Quelquefois les stérigmates tubulaires jouent le rôle de véritables basides en produisant à leur sommet deux ou plusieurs spicules dont chacun se couronne d'une spore; quelquefois encore les cloisons se prolongent jusqu'à la base, et chaque cellule devient une cellule-mère monospore. Léveillé pensait que cet état était l'état normal, mais M. Tulasne a démontré qu'habituellement chaque baside se compose de quatre cellules partiellement isolées, mais confluentes à la base.



Fig. 28. — Pseudobaside de Trémelliné.

Quoi qu'il en soit, il est impossible de ne pas voir d'étroites analogies entre le développement de ces longs spicules et celui des clinides monospores. D'une classe à l'autre, c'est-à-dire, d'un mode de fructification à l'autre, le passage est insensible : d'un côté, les basides normales, produisant de courts prolongements nécessaires pour porter les spores; de l'autre, les clinides typiques, uniloculaires dès le premier instant de leur formation et ne portant qu'une seule spore à la fois; pour relier le tout, des cellules fertiles qui ne sont ni des basides ni des clinides, bien qu'elles réunissent les caractères de ces deux organes, et

qui d'abord unicellulaires, ne tardent pas à se diviser en plusieurs loges dont chacune vit de sa vie propre, contient une portion de protoplasma qui lui est spéciale, et produit une ou plusieurs spores au moyen de ce protoplasma. D'ailleurs, les rapports des Trémellinés avec les clinidés ne sont pas exclusivement basés sur ces relations morphologiques ; au point de vue physiologique, des liens bien étroits les unissent encore : les uns et les autres ne constituent pas des états définitifs, des espèces autonomes et libres, mais de simples conditions d'êtres plus parfaits et plus complexes dont la dernière forme s'épanouit dans un organisme ascomycète.

Basiglèbe. — Avant d'étudier la forme et la genèse des cellules-mères monospores, il convient de dire quelques mots de l'appareil reproducteur des endobasides, chez lesquels les basides sont renfermées dans un conceptacle clos ou péridium. Prenons pour exemple les espèces de Lycoperde. Une section transversale d'un individu jeune montre que la substance interne consiste en une masse charnue percée dans tous les sens de petites cavités allongées, réunies en réseau. « La ressemblance de ces cavités avec les tubes du Bolet dans son jeune âge, dit M. Berkeley, me fit d'abord soupçonner qu'il devait y avoir quelque relation intime entre les deux objets. Si maintenant on prend une tranche mince du champignon, tandis que la masse est encore ferme, et avant qu'il y ait la moindre indication d'un changement de couleur, on reconnaît que la couche extérieure des parois de ces cavités consiste en cellules obtuses translucides, placées parallèlement les unes aux autres comme le poil d'un velours ; elles rappellent exactement le jeune hymenium d'un Agaric ou d'un Bolet. Parfois un ou deux filaments traversent d'une paroi à l'autre, et sur un échantillon je les ai vus s'anastomoser. A une époque plus avancée, qua-

tre petits spicules se développent aux pointes des sporophores; celles-ci, autant du moins que j'ai pu l'observer, sont toutes fertiles et d'égale hauteur, et chacune de ces spicules porte une spore globuleuse. Il est clair que nous avons ici une structure identique à celle des vrais Hyménomycètes, circonstance qui s'accorde bien avec la consistance charnue et le mode de croissance. »

Cependant, dans ces espèces assez petites où l'évolution de la masse charnue se fait très rapidement, cette succession de phénomènes qui transforment les cellules-mères en sporophores portant quatre spicules est difficile à voir, parce qu'à l'époque du développement des spores, le péridium ne contient plus qu'un amas pulvérulent sphérique, qu'on nomme gleba ou *basiglèbe*. Dans *Lycoperdon giganteum*, la structure interne est beaucoup plus distincte. Les tubes sont plus petits, plus serrés ; le tissu plus dense. et formé de filaments très courts, articulés, comprimés, qui donnent naissance à de courts rameaux souvent uniloculaires. En certains points, les articulations terminales sont obtuses et largement dilatées ; elles prennent rapidement un volume relativement considérable, une forme obovale, et se couronnent de quatre stérigmates qui donnent naissance à une spore.

Capillitium ; peridioles.—Dans un grand nombre de Gastéromycètes, les spores pulvérulentes de la basiglèbe sont unies à des filaments très ténus ou *capillitium*, qui tantôt sont courts et à peine apparents, tantôt s'anastomosent en réseau et s'insèrent aux parois internes du péridium. Dans d'autres espèces, ces capillitium sont lâches, et viennent se réunir à une colonne centrale, qui sert d'axe au péridium, et qu'on nomme *columelle*. La basiglèbe est quelquefois divisée en petits amas globuleux, qui tantôt sont simplement juxtaposés tout en conservant leur indépen-

dance, tantôt sont nichés dans des cavités membraneuses qu'on nomme *péridioles*. Chez les Nidulaires, dont le péridium s'ouvre à la maturité en une coupe élégante, les portions de gleba, ou sporanges, affectent une forme lenticulaire, et sont réunies au fond du réceptacle en nombre variable; chez les Carpoboles, la gleba consiste en un sporange unique, formé de spores et de capillitium agglomérés en amas compact ou vésiculeux, qui est projeté au dehors par une contraction élastique; chez les Phalloïdés, l'hymenium est réuni en un amas gélatineux, déliquescent, d'aspect visqueux et d'odeur nauséabonde, à travers la masse duquel courent de nombreuses cavités dont les parois sont formées de basides juxtaposées qui émettent quatre à six spicules couronnés chacun par une spore.

Les capillitium (Fig. 29) des myxomycètes, organismes singuliers d'abord spumeux qui se résolvent en une masse de spores, affectent une forme particulière. Ils sont tantôt libres, tantôt anastomosés en réseau, et ils montrent toujours une apparence spirale dont la véritable nature a été assez discutée. D'après M. Currey, elle serait due à une élévation linéaire s'enroulant régulièrement en hélice autour du filament. Cependant, il est difficile de savoir si la fibre spirale est intérieure ou extérieure, et si même il y a une fibre distincte du filament, et non point seulement une apparence due à la torsion de celui-ci. La présence d'une fibre est cependant vraisemblable pour la raison que dans le genre *Arcyria*, les filaments présentent des protubérances extérieures semblables à des épines et disposées en hélice. Ces épines ont été considérées comme des spicules persistant après la chute des spores; l'hypothèse est au moins possible, mais elle

Fig. 29. — Capillitium de myxomycète.

ne sera jamais démontrée, à cause de l'extrême rapidité avec laquelle les myxogastres passent de l'état spumeux à l'état pulvérulent, rapidité si grande que jusqu'à présent il a été impossible de découvrir les relations réciproques des filaments et des spores. Elle supposerait d'ailleurs, pour être admise, une organisation toute particulière, et une évolution des cellules-mères absolument spéciale. Une autre opinion a été émise sans plus de fondement que la première, sur le véritable rôle des filaments, qui d'après elle seraient destinés à favoriser la dissémination des spores par des contractions élastiques, à peu près comme les élatères des Hépatiques.

Clinides. — Nous allons étudier maintenant la seconde forme de cellules fertiles exosporées, qu'on nomme *clinides*. Les clinides, prises isolément, sont des cellules de forme et d'aspect divers, généralement terminales, qui produisent une seule spore à la fois. Elles ressemblent d'ailleurs aux basides, et n'en diffèrent essentiellement que par ce fait que leurs parois ne doivent produire qu'un seul stérigmate ; ce stérigmate se gonfle à l'extrémité et donne passage au plasma qui pénètre dans la spore et détermine son accroissement. Si ce plasma, après la complète évolution du germe, n'est pas entièrement épuisé, il pourra donner naissance à une nouvelle spore qui refoulera la première, et ainsi de suite, de telle manière toujours que les spores les plus anciennes soient les plus éloignées du stérigmate.

La clinide dans cette forme et cette évolution simples, est réservée aux champignons nématés, c'est-à-dire, dont le réceptacle est constitué par des filaments distincts les uns des autres ; elle donne naissance, suivant les cas, à différents modes de sporification qui caractérisent les genres. On doit toujours la considérer, non pas précisément comme la première cellule d'où émanent les sporophores, bien qu'à propre-

ment parler cette cellule soit une cellule-mère, mais comme l'origine immédiate des germes féconds, qu'ils soient solitaires ou disposés en séries. Son protoplasma ne produit pas des rameaux, mais des spores. Il est certain que la cellule terminale du filament, dans laquelle s'éveillent les premières aptitudes reproductrices, aptitudes qui déterminent la naissance de nouvelles cellules disposées en faisceaux, en ombelles ou en verticilles, est absolument nécessaire à la formation des spores; mais on est convenu de réserver le nom de clinide à la cellule dont les éléments concourent à la production d'une spore, cette spore pouvant être d'ailleurs le but de son évolution ou seulement le premier résultat de son activité.

Clinymène ; cliniglèbe. — Quoi qu'il en soit, la clinide représente la forme la plus simple que puisse affecter une cellule-mère, puisqu'elle ne produit en quelque sorte qu'une cellule semblable à elle, mais douée d'une faculté nouvelle; qu'elle ne différencie pas dans son sein, comme les thèques, les éléments dont elle est l'origine, et qu'elle ne développe pas, comme les basides, plusieurs spicules par une série de phénomènes complexes. Mais elle ne se présente par toujours ainsi libre et isolée au sommet d'un filament distinct. Dans plusieurs groupes, les clinides sont groupées en un hymenium superficiel, composé comme le basymène, d'éléments juxtaposés, et émettant ses spores sous la forme d'une poussière farineuse plus ou moins abondante. Ces spores sont toujours formées à l'extrémité de filaments; mais très souvent ceux-ci ne sont distincts qu'à leur partie supérieure et se fondent intérieurement en une masse homogène charnue. Dans d'autres espèces, les clinides sont réunies en un nucleus globuleux ou linéaire, adhérent par la base au fond d'une cupule périthécoïde, ou péricline, dont les parois coriaces se rejoignent d'abord pour se séparer ensuite par une déhis-

cence allongée ou arrondie; le nucleus fertile prend le nom de *cliniglèbe*.

Sporanges; asques. — Les cellules-mères qui produisent leurs spores à l'intérieur sont les thèques ou *asques;* elles sont toujours constituées par une vésicule plus ou moins dilatée, renfermant un liquide plasmique aux dépens duquel se différencient les corpuscules reproducteurs. Dans sa forme la plus simple, la thèque, qu'on appelle ici généralement *sporange*, consiste en une utricule globuleuse, délicate et transparente, qui contient à la maturité un grand nombre de germes féconds qu'on nomme sporidies cette utricule se produit toujours au sommet d'un filament distinct du mycelium d'où il émane, et qui tantôt reste simple, tantôt se bifurque ou se couvre de ramifications éparses ou digitées. La mise en liberté des sporidies se fait par la déchirure spontanée du sporange, dont l'enveloppe se rompt à la manière des parois des capsules des hépatiques, bien qu'elle ne se divise pas en valves régulières.

Nous passons des phycomycètes, caractérisés par leurs fils fertiles libres, aux ascomycètes, dont les filaments sont soudés en un hyménophore sarcodé, par la famille des Onygénés, dont le réceptacle est claviforme ou subglobuleux, et offre un péridium rempli de fils ramifiés qui produisent des asques extrêmement fugaces, évoluant rapidement et perdant leurs enveloppes, de telle sorte que bientôt toute la cavité interne se trouve remplie de spores. Quant aux asques typiques (Fig. 30), ils sont constitués par de délicates cellules plus ou moins claviformes, c'est-à-dire, rétrécies à la base et se dilatant insensiblement jusqu'au sommet, qui est arrondi et renflé. Ces cellules qui atteignent dans



Fig. 30. — Asques et paraphyses.

leur plus grand développement jusqu'à un cinquième de millimètre de longueur et deux centièmes en largeur, sont formées de deux enveloppes qui s'emboîtent exactement; l'extérieure est résistante et sèche, mais facile à rompre ; l'intérieure est élastique, et par la pression qu'elle exerce sur la paroi de l'enveloppe externe, elle détermine la rupture de la thèque et l'éjaculation des spores.

A l'intérieur de l'asque est un protoplasma transparent uniformément répandu dans toute la cavité, qui, à l'instant où s'éveille en lui l'aptitude multiplicatrice, se rassemble en un nucleus montrant à son centre un nucléole nettement limité et doué d'une grande capacité réfringente. Une nouvelle succession de phénomènes amène ce nucleus plasmique à la partie terminale et dilatée de l'asque, de telle sorte que dans la partie inférieure le protoplasma n'est plus représenté que par une mince couche adhérente aux parois. Le nucleus devient le siège d'un travail de segmentation, qui le divise d'abord en deux noyaux plus petits, puis en quatre, en huit, et ainsi de suite jusqu'à ce que le nombre de spores que l'asque doit normalement engendrer soit atteint. Ces nucleus se rangent en série linéaire, s'espacent régulièrement et s'entourent respectivement d'une aire plasmique circulaire plus transparente que le reste du liquide. Chacune de ces masses s'isole finalement, devient une spore, et le rôle de l'asque est terminé, sa fonction accomplie ; il donne passage aux germes qu'il a produits soit par un pore terminal, soit par une fente latérale et longitudinale qui s'ouvre spontanément. Les spores n'évoluent pas toujours ainsi régulièrement et simultanément; dans les Truffes, par exemple, ainsi que nous le verrons plus loin, elles ne se forment que progressivement, de telle sorte que toutes n'arrivent pas à maturité.

Évolution des asques. — Voici comment se for-

ment les asques dans les espèces normales, et comment leurs parties se différencient. Une couche particulière de cellules, ou couche sous-hyméniale, composée d'éléments très petits, serrés les uns contre les autres et obtusément anguleux, leur donne naissance, sans qu'il soit facile de voir quels rapports existent entre les cellules productrices et les cellules produites. Celles-ci se montrent d'abord sous la forme de petites vésicules oblongues, à peine plus larges au sommet qu'à la base, et à l'intérieur desquelles on aperçoit par transparence quelques gouttelettes incolores, premières traces du protoplasma qui ne tarde pas à se produire en abondance et à remplir entièrement la cavité ascique. En même temps, l'asque augmente de volume; sa base conserve à peu près le même diamètre qu'à sa naissance ; mais, vers le milieu de sa longueur, il s'évase insensiblement, et son extrémité se dilate en massue.

C'est à cette époque que les nucleus commencent à se délimiter dans la masse liquide interne. Avant la maturité des spores, les asques se détachent des cellules subhyméniales qui leur ont donné naissance, et sont repoussés vers le haut du réceptacle par les cellules-mères de nouvelle formation qui apparaissent à la base des anciennes. Il ne faudrait pas croire cependant qu'à ce moment l'évolution de ces dernières soit entièrement terminée; elles continuent de s'accroître et de s'allonger après leur séparation d'avec le tissu sous-jacent, et l'éjaculation des spores, qui se fait souvent en plusieurs fois, n'est complète que quelques heures après cette séparation.

Ascymène ; paraphyses ; gélin ; reliefs hyméniens; asciglèbe. — Dans une grande partie des ascomycètes, les asques sont réunis en un tissu hyménial qui tapisse la partie la plus extérieure de l'hyménophore, et qu'on nomme *ascymène* à cause des éléments qui le composent. Cet ascymène com-

prend, comme l'organe correspondant chez la plupart des basidés, des cellules fertiles et des cellules stériles. Les premières émanent directement des cellules sous-hyméniales, sans qu'il soit facile de voir par quel procédé, et évoluent séparément ainsi que nous l'avons indiqué. Elles ne sont pas absolument contigües, et leurs bases même ne se touchent pas. Les secondes, qu'on nomme *paraphyses* (Fig. 30), et dont nous avons décrit les analogues chez les agarics sous le nom de cystides, sont des asques normalement abortifs, souvent plus longs que les asques fertiles, mais très étroits, qui s'élèvent de la couche subhyméniale sous forme de vésicules linéaires absolument confluentes, perpendiculaires, et rassemblées en tissu très dense, qui semble une simple masse homogène striée de longues cloisons. Les asques percent çà et là à travers cette masse, à la partie extérieure de laquelle ceux qui sont arrivés à maturité viennent ouvrir leur orifice; il est à remarquer que les sommets obtus des asques ne se prolongent au dehors de l'hyménium que dans quelques espèces de Discomycètes.

On n'a pas encore défini clairement le rôle des paraphyses; M. Boudier a émis l'opinion que peut-être par une pression exercée latéralement sur les parois des asques, elles aident à la déhiscence de ces derniers. Quant à leur trouver une influence mâle quelconque, il n'y faut pas songer. Leur origine aussi est assez obscure; constituent-elle un organe spécial qui est dans l'obligation physiologique de se développer dans une forme constante, ou bien sont-elles simplement des asques normalement stériles et revenus aux fonctions végétatives? Cette dernière opinion est la plus vraisemblable; elle s'appuie sur ce fait que des asques avortés n'affecteraient pas une autre forme et que la cavité interne des paraphyses contient des granulations plasmiques analogues à celles qu'on aperçoit dans les asques fertiles. Dans beaucoup d'espèces, les méats que les paraphyses et les asques laissent entre eux

sont remplis par un mucus glutineux, tantôt hyalin et homogène, tantôt opaque et granuleux, et qu'on nomme *gélin ;* le rôle du gélin est encore inconnu ; il fait son apparition en même temps que les paraphyses, dont il enduit les sommets confluents d'une couche brillante, et est entièrement constitué avant la formation des asques ; il manque quelquefois complètement.

Les reliefs de la partie fertile de l'hyménophore dépendent, chez les Ascomycètes comme chez les Hyménomycètes, de la forme et des aptitudes de l'hyménium selon les groupes. Si l'on considère les Sarcodés à asques comme entièrement distincts des Sarcodés à basides, et comme constituant une série particulière, et si l'on prend les pézizes comme la forme initiale de cette série, parce qu'elles représentent le composé le plus simple qu'il soit possible de faire avec des filaments contextés et parallèles pour appareil végétatif, et des thèques pour appareil reproducteur, on voit rayonner autour de la coupe typique, caractérisée par un hyménophore régulièrement arrondi et concave, d'un côté, les pézizes de transition, chez lesquelles l'hymenium tapisse des lobes charnus plus ou moins déchiquetés et contournés ; les helvelles, dont la forme la plus simple consiste en une mitre céracée portée sur un stipe creux cylindrique, et la plus complexe en une masse mésentériforme largement étalée sur un pilier ventru composé de petits tubes diversement entremêlés ; les morilles, qui creusent leur pileus d'alvéoles oblongs ou arrondis, toujours plus ou moins anguleux et séparés par des veines saillantes ; — de l'autre, le *Leotia*, chez lequel les caractères de la famille se trouvent plutôt indiqués que réalisés, et qui ne présente à sa surface fertile que quelques plis vagues et très obtus ; et enfin, par une transition insensible, les géoglosses, les mitrules et les spathulaires, véritables clavaires à asques.

Dans un grand nombre d'Ascidés, que pour cette raison Fries nommait pyrénomycètes, les asques sont réunis en noyau gélatineux, sorte de gléba composée de cellules fertiles et de paraphyses, et que par analogie on nomme *asciglèbe*. L'asciglèbe est toujours renfermé, au moins avant sa maturité, dans un réceptacle résistant solitaire ou niché avec d'autres semblables dans un stroma commun : ce réceptacle, qu'on appelle périthèce, met son contenu en liberté par une déhiscence spontanée, poriforme, longitudinale ou en étoile; chez les Erysiphés, le périthèce ne s'ouvre pas, et les spores ne se répandent au dehors que par la décomposition du réceptacle.

Exposition de l'hymenium. — C'est un fait d'expérience que la situation de l'hymenium relativement aux autres parties de l'hyménophore, son exposition, est en rapport direct avec la nature des cellules-mères; elle ne saurait être identique dans les espèces endosporées et dans les espèces exosporées. Dans les premières, en effet, les spores sont chassées par un effort des cellules qui les contiennent, sous l'influence des agents physiques ; il faut donc que l'hymenium soit disposé pour subir cette influence et accomplir, grâce à elle, ses fonctions, c'est-à-dire, soit supérieur ; dans les secondes, au contraire, les spores ne sont pas projetées, elles tombent spontanément ; d'où il résulte que l'hymenium doit être inférieur. Cela est tellement vrai que si quelque accident vient modifier l'état ordinaire du champignon, celui-ci prolifère, afin de permettre à la surface hyméniale de reprendre sa situation normale. Le Dr Montagne écrit à ce sujet, après avoir décrit une forme irrégulière de *Polyporus leucophæus*, espèce qui habite l'Amérique du Nord : « La position anormale dans laquelle Sullivant m'a fait voir ce champignon est tout à fait remarquable. C'est une règle acceptée par tous les mycologistes et reconnue vraie dans tous les cas, que les couches fruc-

tifères regardent la terre dans les Hyménomycètes, tandis qu'elles occupent la face supérieure dans les Discomycètes..... Dès le début, le polypore adhérait par sa base tout entière au tronc de l'arbre, qui alors était vertical. L'arbre tomba de vieillesse ou fut coupé par les indigènes et abandonné dans l'endroit où il s'était développé. Alors la surface hyméniale du champignon, dont la végétation normale se trouvait interrompue par l'accident, se couvrit d'une matière blanche épaisse, et ne tarda pas à produire plusieurs pileus embriqués horizontalement, et en tout semblables à l'individu dont ils provenaient. »

II. — Cellules-filles ; spores

Spore ; cavité sporique ; épispore, endospore — Le produit immédiat de l'activité de toutes les cellules-mères, de quelque forme qu'elles soient, est une *spore*. Comme tous les cryptogames, les champignons se reproduisent presque exclusivement par des spores, ou germes homogènes, cellules vivantes isolées, qui naissent de la substance même de l'individu, qui ressemblent à ses éléments constitutifs, et qui n'en diffèrent que par leur aptitude et par la forme propre aux corps qui se développent librement. La spore ne contient pas d'embryon représentant en petit le futur individu ; elle renferme seulement, confondus dans une matière liquide amorphe, les divers principes qui constitueront plus tard ses caractères et ses propriétés physiologiques, et qui sont l'origine des organes dont l'évolution et la différenciation progressive seront l'œuvre du temps.

La cavité sporique est limitée par une double enveloppe, dont la nature est assez difficile à déterminer, et qui est constituée par deux membranes généralement translucides, s'emboîtant très exactement. Dans quelques espèces, ces deux membranes se confondent tellement qu'elles sont à peine distinctes;

l'extérieure se nomme *épispore*, l'intérieure *endospore*. Celle-ci, dans l'acte essentiel qui caractérise la vitalité de la spore, c'est-à-dire, dans la germination et la production du premier filament mycélien, joue le principal rôle; elle s'allonge et fait hernie à travers une déchirure spontanée de l'épispore, formant ainsi un tube-germe dans lequel passe tout le protoplasma initial. Ce protoplasma, qui constitue le véritable endospore, puisqu'il correspond à l'endosperme des phanérogames, et qu'il accomplit la même fonction, celle de nourrir et de développer le germe de l'individu futur, remplit originairement toute la cavité; il est ordinairement incolore, quelquefois légèrement jaunâtre, et tantôt répandu uniformément dans la spore, tantôt divisé en deux parties, l'une plus liquide, plus claire et moins dense, l'autre granuleuse, plus réfringente et ramassée en un nucléus central ou en deux nucléus occupant les pôles de l'ellipse limitée par l'épispore. Les divers détails de la structure interne ne sont bien visibles que dans les spores à parois translucides; dans les spores colorées, l'épispore, qui seule paraît posséder la couleur, est généralement presque opaque.

Forme ; volume ; couleur et contenu des spores. — On peut considérer la spore comme composée de deux éléments bien distincts : une enveloppe externe, à laquelle n'est dévolu qu'un rôle protecteur, et qui présente seule les divers caractères de forme et d'aspect réglés par les aptitudes spécifiques, et une cavité interne, qui est exclusivement chargée de la fonction germinative, qui constitue un simple sac vésiculeux, se confondant absolument avec la cellule féconde, et dont l'enveloppe est dépourvue de la faculté de se mettre directement en rapport avec l'extérieur par l'absorption immédiate du liquide ambiant. La forme de l'épispore, c'est-à-dire, en réalité, la forme de la spore est très variable. Elle est, suivant les cas, lisse ou granuleuse, et même verruqueuse, les

verrues qui la couvrent étant alors tantôt de simples protubérances régulièrement arrondies, juxtaposées et confluentes à la base, tantôt des tubes tronqués atteignant quelquefois en longueur le rayon de la spore et disposés sans ordre. Il est à remarquer que les caractères de la spore sont souvent constants, au moins dans leurs traits essentiels, pour la majorité des espèces d'un même genre : ainsi l'épispore est lisse pour la plupart des agarics (Fig. 31), tandis qu'elle est verruqueuse chez les Russules et les Lactaires (Fig. 32). De même, chez les Amanites (Fig. 33) et plusieurs Coprins, elle se prolonge latéralement en un apicule obtus, dernier vestige du stérigmate qui s'est cloisonné à la partie moyenne et qui s'est divisé en deux tronçons, dont l'un reste adhérent à la baside et l'autre à la spore. Les spores sont toutes originairement globuleuses; mais elles perdent rapidement cette forme, et très peu la conservent à la maturité; la plupart sont elliptiques (Fig. 34), comprimées ou arrondies, avec une longueur très souvent double de leur largeur; quelques-unes sont polyédriques, rectangulaires avec les angles arrondis, triangulaires ou réniformes. Dans quelques cas, on aperçoit à la base une petite dépression transparente, qui est simplement une trace de leur attache au spicule, et qu'on nomme *hile*. Les spores internes qui se différencient isolément et librement au milieu du plasma ambiant, ne contractent d'ordinaire aucune adhérence avec les parois des asques; cependant, dans *Sphœria coprophila*, elles sont en relation avec ces parois par l'intermédiaire d'un court pédoncule.



Fig. 31. — Spores d'*Agaricus campestris*.



Fig. 32. — Spore de Lactaire.



Fig. 33. — Spore d'Amanite.

Le volume des spores est variable ; leur diamètre moyen ne dépasse pas 15 à 16 μ. Leur couleur, qu'il n'est possible d'apprécier qu'en les réunissant en masse, comprend huit nuances principales, à savoir, pour les agaricinés, le blanc, le rouge, le ferrugineux, le pourpre et le noir, et pour les autres familles, outre ces couleurs, le vert olivâtre, l'orangé et le bleu, le tout avec quelques variations qui donnent tous les tons du jaune, du rose, du brun, du vert et même du violet. La couleur des spores est toujours constante pour tous les individus d'une même espèce, mais avec une intensité variable suivant le degré de maturité, de telle sorte que souvent on trouve des différences importantes, sous ce rapport, entre les spores de générations successives fournies par quelques espèces dont les cellules-mères se couronnent plusieurs fois de cellules-filles.



Fig. 34. — Sommités et spores de *Botrytis*.

Quoi qu'il en soit, la couleur des spores est d'une grande utilité dans la classification, et, d'après Fries, elle peut être considérée, dans les Hyménomycètes à chapeau, comme la base fondamentale des genres, parce qu'elles sont formées, comme le sang de la substance intime des animaux, — *ut sanguis inter animalia*, — de la substance intime du champignon, que leur forme particulière est comme la synthèse de ses caractères, dont elles contiennent le germe, et qu'elles ne varient jamais, à aucun degré; leur couleur est d'ailleurs en relation si étroite avec la nature de l'hyménophore qu'il est presque toujours possible de la déterminer *a priori*, sur la simple considération des caractères du pileus et de la surface extérieure, de l'insertion du stipe et surtout de la couleur des feuillets.

Dans la grande majorité des espèces, la cavité spo-

rique est simple; dans plusieurs genres cependant, cette cavité est intérieurement traversée par des cloisons qui la divisent en plusieurs loges, tantôt transversalement, tantôt, mais plus rarement, longitudinalement. Aux cloisons transversales correspondent souvent des étranglements, de telle sorte que la spore est non seulement multiloculaire, mais encore uni-pluriseptée. Dans une espèce de *Valsa*, les diaphragmes internes sont disposés de telle manière que les loges paraissent assemblées comme les briques d'un mur (Fig. 35). Chez plusieurs Tubéracés, les spores, dites aréolées, ont l'épispore partagée en alvéoles polygonales, terminées par des cloisons minces, membraneuses et proéminentes. Beaucoup des spores qui se forment dans des asques présentent extérieurement des appendices qui, comme les aigrettes des graines de plusieurs phanérogames, paraissent destinés à en faciliter la dissémination. Ainsi les sporidies de *Sphæria fimiseda* sont constituées par des utricules opaques, légèrement ovoïdes et comme tronquées aux extrémités, qui se prolongent chacune en un tube cylindrique et atténué, creux et transparent; les spores de *Valsa taleola* (Fig. 36) présentent quatre cils disposés en croix; celles de *V. thelebola*, qui sont uniseptées, offrent deux appendices filiformes subulés, légèrement incurvés et obliques par rapport à l'axe de la spore.



Fig. 35. — Thécaspore de *Valsa fenestrata*.



Fig. 36. — Thécaspore de *Valsa taleola*.

Basidiospores; thécaspores; trichospores; pleurospores; embolispores. — On a donné différents noms aux spores suivant la nature des cellules-mères qui les ont produites; celles qui viennent à l'extrémité des spicules des basides portent la déno-

mination de *basidiospores;* on les trouve dans les hyménomycètes et les gastéromycètes; elles sont ordinairement quaternées, c'est-à-dire qu'elles naissent en même temps au nombre de quatre sur la même baside; leur couleur varie du blanc au noir. On réserve le nom de *thécaspores*, ou sporidies, à toutes les spores produites dans des conceptacles fermés, sporanges, thèques ou asques. Les *trichospores* sont les spores dee mucédinés et des groupes analogues; elles sont ainsi appelées parce qu'elles naissent sur des fils capillaires; elles présentent souvent des formes singulières, et sont tantôt uniloculaires, tantôt pluriseptées. Le mode d'insertion des trichospores est assez variable; elles sont disposées tantôt en céphalide (*Aspergillus*), c'est-à-dire, en tête globuleuse composée de nombreuses séries rayonnantes, tantôt en panicule, tantôt en stéphanide, c'est-à-dire, en verticilles superposés et séparés par une cellule-mère; ou bien encore elles sont solitaires et latérales (*pleurospores*), solitaires et axillaires, solitaires et se produisant à l'intérieur du sporophore filamenteux (*embolispores*).

Conidies; chlamydospores; pseudospores; urédospores; téleutospores; hypospores. — Le terme de *conidie* est un terme assez vague, désignant toutes les formes de cellules reproductrices qui se répandent sous forme de poussière; mais il s'applique tantôt à de véritables spores, comme chez les Tuberculaires, tantôt à des conceptacles sporigères comme chez les cystopes; ces conceptacles s'appelleraient plus justement, en raison de leur contenu, zoosporanges. Parmi les corpuscules sporoïdes qui se forment sans fécondation immédiate, il convient de citer encore les *pseudospores* (Fig. 37) des coniomycètes épiphytes, qu'en raison de leurs parois épaisses et résistantes on a encore appelées *chlamydospores*. Ces *chlamydospores* sont constituées par une cellule

rarement simple, le plus souvent septée, qui à la maturité se détache de son subiculum stromateux, tantôt sous la forme d'un globule sphérique, tantôt sous la forme d'un cylindre tronqué ou atténué, et prolongé en un pédicelle translucide plus ou moins long; quelques-unes d'entre elles sont éphémères, c'est-à-dire, qu'elles doivent germer immédiatement après leur dissémination, et se reproduire dans leur forme si la saison est peu avancée, ou donner naissance à des *téleutospores* qui sont organisées pour résister aux froids de l'hiver. Toutes, éphémères ou hibernantes, donnent naissance en germant, non pas à un individu semblable à celui dont elles proviennent, mais à des spores de seconde formation, ou *hypospores*, qui produisent un plexus mycélien soit directement, soit par l'intermédiaire de spores de troisième formation.



Fig. 37. — *Puccinia graminis.*

Stylospores; spermaties. Pycnides; spermogonies. — Les *stylospores* sont de petits corps sporiformes, nus, qui se forment par développement acrosporé dans des conceptacles particuliers appelés *pycnides*. Les pycnides ont les parois internes couvertes de cellules juxtaposées qui représentent en petit un tissu hyménial composé de basides et de cystides. Ces cellules s'effilent au sommet en forme de stérigmate, absolument comme les basides, et se renflent pour former la stylospore. Ce cas est le plus commun; mais il peut arriver aussi que les stylospores, au lieu de se trouver renfermées dans l'enceinte d'un périthèce, soient fixées sur une sorte de stroma. Elles sont très variables, et présentent souvent la forme d'un axe principal muni de parties appendiculaires tantôt renflées, ventrues ou moniliformes, tantôt linéaires, lancéolées ou capillaires.

Les *spermaties* sont de petits corps délicats, très

déliés et très petits, généralement bacilliformes, droits ou courbés, qui naissent en grand nombre dans des conceptacles particuliers appelés *spermogonies*, et dont on ne connaît pas encore la véritable nature ; ils se trouvent associés avec les péridiums des écidiés et les périthèces d'un grand nombre de sphériacés.

Zoospores. — On appelle *zoospores* des germes mobiles, petits amas plasmiques munis de cils vibratiles à l'aide desquels ils se meuvent rapidement dans le liquide qui les contient. Ces germes se forment dans des vésicules particulières ou zoosporanges, qui sont souvent disposées en séries moniliformes à articles séparés par des isthmes très étroits. Les zoosporanges naissent sans fécondation directe et sont généralement superficiels; d'autres sacs à zoospores apparaissent ordinairement, à la suite d'un rapprochement sexuel, dans les parties les plus profondes du tissu mycélien; on a donné à ces sacs, qui ont la propriété de résister aux intempéries de l'hiver, et qui sont aux zoosporanges ce que les téleutospores sont aux urédospores, le nom d'oospores.

Dans les deux organes, les zoospores se produisent de la même manière, par une première condensation du plasma interne qui ne tarde pas à se diviser en portions polyédriques présentant chacune une petite vacuole faiblement teintée. Chaque masse constitue une zoospore, et la dissémination de toutes les masses s'opère par une déhiscence spontanée et terminale du conceptacle. Celui-ci s'atténue peu à peu à son sommet en un long col qui s'ouvre, et par l'orifice duquel sont chassées une à une toutes les zoospores, qui se munissent de deux cils, se séparent de leurs voisines, et s'agitent dans le liquide jusqu'à ce qu'elles trouvent une ouverture naturelle, un stomate, qui leur permette de s'introduire sous l'épiderme de la partie de l'organisme végétal où elles doivent germer.

CHAPITRE V

SPORIFICATION

Genèse des basidiospores. — Formation des stylospores. — Évolution des spores chez les nématés. — Spores latérales; emboliaires. — Évolution des sporidies.

Genèse des basidiospores. — La genèse des spores ou sporification s'opère chez les champignons suivant plusieurs modes très différents, et qu'il est nécessaire, pour arriver à une intelligence complète des phénomènes, d'étudier séparément.

Chez les formes supérieures basyméniées, cette genèse est dite exosporée ou par étranglement. Comme nous l'avons vu, la baside est une grosse cellule renflée, amincie, subclaviforme, émanant directement de l'hymenium, perpendiculaire et limitée par une cloison. Au début, cette cellule est au sommet parfaitement arrondie; elle est translucide, à parois difficilement dédoublables, l'extérieure probablement cellulosique, renfermant un contenu de nature protoplasmique, abondant, plus dense au centre qu'à la périphérie. Ce protoplasma est granuleux; il contient plusieurs nucléoles nus, flottants, qui s'accumulent vers le sommet de la baside.

Peu à peu, l'extrémité obtuse, qui fait saillie en dehors de l'hymenium, se gonfle, et au sommet apparaissent deux, quatre ou six (mais plus souvent quatre) petites proéminences linéaires creuses; ces protubérances constituent les stérigmates ou spicules, support et origine des futures basidiospores. Elles sont d'abord acuminées; mais, le protoplasma affluant dans leur extrémité, elles se gonflent et se renflent en une tumeur arrondie subglobuleuse, qui constitue la spore. Les spores se développent simultanément au sommet des spicules; une cloison se montre à la base de la tumeur et la maturation s'achève par endosmose.

Pendant ces modifications, le plasma contenu dans la baside devient le siège d'un travail intime, en vertu duquel des gouttelettes oléagineuses se forment par la réunion d'atomes à peine sensibles au milieu d'un liquide granuleux ou mucilagineux ; ces gouttelettes paraissent être l'origine des nucleus des spores. Quoi qu'il en soit, le plasma renfermé dans la cavité sporique offre au centre, au moment de l'établissement de la cloison, une partie plus dense et plus réfringente, ou nucleus, tantôt formé directement du protoplasma, tantôt constitué par une gouttelette d'une humeur hétérogène pâle, jaunâtre ou orangée, réunie en un amas unique ou divisée en plusieurs granulations. Les spores mûres se détachent au niveau de la cloison qui les isole des spicules et tombent spontanément ou sont légèrement projetées ; les spicules se flétrissent et le plus souvent la baside s'efface. Cependant, dans quelques cas, elle peut fournir une seconde génération de spores; ce fait doit être attribué à des tendances spécifiques, ou à certaines conditions particulières et accidentelles qui peuvent faire que le protoplasma ne soit pas entièrement épuisé par la formation des premières spores.

Chez les Trémellinés, l'évolution de la baside est un peu différente ; chaque cellule génératrice se partage par des cloisons longitudinales complètes ou n'atteignant pas absolument l'extrémité inférieure de la baside, en quatre loges mamelonnées qui s'allongent isolément, rarement simultanément, et constituent autant de spicules au sommet desquels se forment les spores. Cette organisation est intermédiaire entre les formes basidées et les formes clinidées. Faut-il inférer de là, par analogie, que chez les clinosporés la clinide est produite par la polytomie d'une baside ?

Peut-être ; mais, quoi qu'il en soit de sa genèse, il faut voir dans la clinide une cellule fertile isolée, ne

donnant naissance à la fois qu'à un seul stérigmate surmonté d'une seule spore. L'ensemble des clinides ou cellules monosporées constitue la forme de couche hyméniale que Léveillé nommait clinode. La spore se développe au sommet de la clinide absolument comme sur les basides, avec cette différence que souvent à la première spore en succède une autre, après ou avant sa chute ; dans ce dernier cas, la nouvelle venue s'établit généralement entre la spore déjà formée et le stérigmate. Quelquefois, une troisième spore apparaît, et le système se développe en série moniliforme au sommet du spicule.

Il est à remarquer que ce mode de génération des spores forme le passage à la sporification moniliforme qu'on rencontre chez un grand nombre de champignons nématés, et que, dans ce cas comme dans l'autre, elle n'est le plus souvent qu'une forme supplémentaire de fructification, tandis que la fructification fournie par les basides est toujours définitive. C'est là une différence capitale à observer, tant au point de vue de la classification qu'au point de vue de la physiologie.

Formation des stylospores. — La formation acrosporée n'est pas absolument limitée aux réceptacles à hymenium découvert ; nous la retrouvons dans de petits conceptacles particuliers, nommés par M. Tulasne pycnides, qui, comme leurs analogues chez les lichens, sont remplis de spores d'une nature spéciale ou stylospores. Les parois internes des pycnides sont tapissées de cellules fertiles qui rappellent les basides, et qui sont mêlées à des utricules stériles ou pseudocystides. Au sommet des cellules apparaissent des stérigmates qui se renflent et forment les stylospores. La véritable nature de ces corpuscules est encore assez discutée; mais l'expérience et la vraisemblance engagent à les considérer comme une autre forme de spores normalement fertiles. On

nomme conidies des corpuscules analogues aux stylospores, ayant même genèse et même forme, et naissant par développement acrogène, solitaires ou en séries, sur des filaments spéciaux ou à la surface d'un réceptacle stromateux.

Evolution des spores chez les nématés. — Il nous reste à étudier la formation exosporée chez les espèces nématées ou filamenteuses, où comme nous l'avons vu, la sporification est stéphanoïde, moniliforme ou latérale. La genèse de la sporification stéphanoïde est extrêmement curieuse à suivre, et elle a été fort bien étudiée par de Bary. Supposons une cellule du filament dans le protoplasma de laquelle s'éveillent des aptitudes génératrices ; au sommet de cette cellule apparaît une première spore qui se développe isolément. Quand cette spore a pris un certain accroissement, une seconde apparaît entre elle et le support, et rejette la première sur le côté ; l'émission des spores se continue dans cet ordre, jusqu'au moment où il n'y a plus de place à prendre. Alors, la dernière cellule formée, au lieu de constituer une spore, s'allonge en sporophore, devient à son tour une cellule-mère au sommet de laquelle se répètent les mêmes phénomènes. Quand la production des spores s'arrête à la naissance du premier verticille, la stéphanide, par analogie avec l'inflorescence des phanérogames, est dite définie ; elle est indéfinie dans le cas contraire. Dans certaines espèces, par exemple, dans le Péronospore de la parmentière, chaque couronne ne se compose que d'une seule spore, la spore latérale devenant immédiatement une cellule-mère, et continuant la direction du filament qu'elle rend ainsi coudé et toruleux.

La sporification moniliforme, qu'on appelle encore sporidesmiée, consiste dans la production bout à bout des spores sur des filaments particuliers. La genèse de ce mode de sporification est soumise à deux lois

variables avec les groupes et qui sont la formation *basigène* et la formation *acrogène*. Dans les espèces qui obéissent à la première loi, la naissance de la spore primordiale est absolument identique à celle de la spore unique de la clinide. Bientôt la cellule-mère se cloisonne une seconde fois à la partie supérieure, et une nouvelle cellule apparaît ainsi, poussant devant elle la spore de première formation; un étranglement ne tarde pas à la limiter; la sporidesmie se continue accompagnée des mêmes phénomènes de sectionnement et de prolifération utriculaire, de telle sorte toujours que les plus anciennes spores soient à l'extrémité du filament; dans ce cas, les séries moniliformes ne sont jamais rameuses.

La formation acrogène se rencontre dans les espèces où les chapelets sont divisés, et elle se produit suivant un mode absolument inverse du premier. En effet, la cellule-mère originaire n'émet qu'une seule spore; mais celle-ci devient à son tour le principe d'une seconde spore, qui consiste d'abord en un renflement vésiculeux se développant aux dépens du protoplasma de la première spore; de même, une troisième spore se forme au sommet du système, puis une quatrième, et l'accroissement de la chaîne se continue suivant les mêmes principes. Toutefois, cette chaîne ne demeure pas longtemps simple et indivise. Sur une spore terminale quelconque, après une période d'évolution variable, apparaissent deux vésicules renflées, et non plus une seule; deux spores se forment, dont le protoplasma est appelé en partie, comme celui de leurs aînées, à une fonction multiplicatrice, et devient la base et le principe de nouvelles spores qui vont se produire sur la bifurcation.

Dans quelques espèces, selon les observations de M. de Seynes, la théorie de la genèse de la sporidesmie basigène devrait être modifiée. Ainsi, dans certaines formes d'*Aspergillus*, les séries de spores se formeraient à l'intérieur même du filament mycé-

lial dilaté en tube qui les supporte : à la partie supérieure interne de ce tube le protoplasma qu'il contient se rassemblerait en nucleus placés à peu près à la même distance l'un de l'autre, et disposés comme une chaîne de renflements ganglionnaires. Autour de ces nucleus, qui sont d'abord nus, apparaîtrait une fine membrane cellulosique, et les glomérules constitueraient dès lors autant de spores intérieures, qui vont se limiter par des étranglements et des cloisonnements de l'utricule tubuleuse qui les a produites. La formation des spores ainsi comprise serait donc à la fois endogène et exospore ; mais on ne saurait conclure de ces faits particuliers à un principe général, et établir qu'il n'y a pas de sporification véritablement exogène. En effet, il est difficile de se représenter comment les basidiospores pourraient être endogènes, alors qu'on les voit évoluer au sommet de spicules particuliers qui se renflent et se segmentent ; de plus, il est difficile d'expliquer la formation purement endosporée des spores qui doivent normalement apparaître au sommet d'autres spores déjà constituées, surtout dans les cas où la spore devenue cellule-mère doit donner naissance à deux cellules apparaissant latéralement au même point pour être l'origine de deux branches distinctes.

Spores latérales, emboliaires. — Les spores latérales se développent par formation exosporée et par formation endosporée. Dans le premier cas, les pleurospores semblent se former des parois latérales des fibres mycéliales, à diverses hauteurs ; il n'y a peut-être là qu'une apparence, car les spores qui présentent ces caractères ont pu être originairement acrogènes; mais dans certaines espèces, elles sont si constantes qu'on est autorisé à considérer leur insertion latérale comme normale. Une autre forme de fructification latérale consiste dans des spores axillaires, c'est-à-dire, naissant à l'aisselle des ramifica-

tions ; mais les formes qui présentent ces dispositions sont extrêmement rares. La formation endosporée des spores latérales, intercalaires ou emboliaires, est particulière aux nématés, champignons qui sont entièrement constitués par des filaments distincts. Ces spores, pour lesquelles M. Bertillon propose le nom d'embolispores, sont des germes hibernants, c'est-à-dire, susceptibles de résister aux froids de l'hiver en gardant une vitalité latente qui se réveillera au printemps ; elles sont à épispore épais, et se forment à l'intérieur même des tubes mycéliens, par l'agglomération en un point privélégié de ses éléments plasmiques. La paroi des embolispores est évidemment double, et composée d'une enveloppe extérieure constituée par la membrane du tube dans lequel elles se sont développées, et d'une enveloppe intérieure qui s'est formée spontanément autour de la gymnocelle originairement constituée par la réunion des granulations plasmiques. Dans plusieurs espèces de Mucorinés, la formation acrosporée des corpuscules reproducteurs est liée à une genèse endosporée, phénomène analogue à celui que M. de Seynes a observé chez les mucédinés à sporification sporidesmiée.

Evolution des sporidies. — C'est surtout chez les espèces à sporidies qu'on observe la formation endosporée, qui se fait selon un mode variable avec les groupes. Chez les mucorinés, la cellule-mère, qui doit constituer plus tard le sporange, consiste d'abord en une très grande vésicule dilatée, qui se remplit d'un abondant protoplasma granuleux et même légèrement gélatineux, lequel se réunit en amas au centre de la cavité, s'isole des parois, et s'entoure, suivant les cas, d'une enveloppe particulière ou épispore, devenant par le fait même une spore unique, ou bien se partage en plusieurs segments, au nombre de deux à soixante, rarement davantage, qui constituent autant de spores, et qui sont mis en liberté par une

déhiscence spontanée du conceptacle déterminée par la résorption des parois.

On retrouve, ainsi que nous l'avons fait voir, le même mode de production des réceptacles sporifères dans les espèces à zoospores, lesquelles sont peu nombreuses et gravitent dans un rayon restreint autour d'un type principal appartenant aux Saprolegniées. Les cellules-mères portent dans ces formes le nom de zoosporanges; chez les Péronospores, elles naissent isolées au sommet de filaments particuliers fertiles, un peu dictincts des filaments mycéliens stériles; leur développement est donc acrogène et dû à un renflement terminal du tube qui les supporte, renflement dans lequel passe tout le protoplasma et qui s'isole par une cloison et un étranglement. Les zoosporanges du Cystope ne diffèrent pas de ceux du Péronospore; mais ils ne naissent pas isolés au sommet des filaments, et ils se disposent en séries moniliformes par accroissement basigène. Les zoosporanges, semés sur l'eau ou dans une goutte de rosée, se gonflent; les granulations plasmiques contenues à l'intérieur et ramassées en un seul nucleus se segmentent; chaque petite masse s'isole, s'entoure d'une couche de cellulose, et émet deux cils vibratiles avec lesquels elle s'agite dans le liquide dès que l'utricule-mère les a toutes expulsées.

Chez les ascomycètes, ou, suivant la terminologie nouvelle, les ascidés, la différenciation des parties constitutives de la spore, de ses enveloppes immédiates et des conceptacles qui les renferment en nombre défini suit une marche un peu différente. Il faut étudier séparément la formation et la constitution des asques et la genèse des thécaspores. Les asques sont de délicates cellules claviformes, renflées et dilatées au sommet, droites ou sinueuses, perpendiculaires, réunies tantôt en nucleus renfermées dans des perithèces ou des péricl ines amassés sur une stroma commun, tantôt en un stratum reposant sur une couche

d'utricules particulières d'où elles émanent; ce stratum, toujours supérieur, est composé à la fois des asques et de menues paraphyses qui ont même origine, le tout uni par une substance gélatineuse qu'on a appelée gélin.

Une coupe perpendiculaire d'un réceptacle cupuliforme de pézize donne bien l'idée des rapports mutuels de ses divers éléments, et montre que les thèques présentent en même temps tous les âges et toutes les phases de développement, partant toutes les dimensions. Les asques atteignent dans leur plus grand développement jusqu'à deux dixièmes de millimètre de long et deux centièmes de large. Ils sont d'abord remplis d'une substance semi-liquide, translucide, dans laquelle flottent de nombreuses granulations plus réfringentes, contenant des gouttelettes avec quelques vacuoles et quelques gymnocelles à peine sensibles, rudimentaires. Lorsque les cellules fertiles ont acquis leur développement normal, le protoplasma, liquide amorphe bien que complexe, qui tourne au jaune sous l'influence des solutions iodées, se réunit avec les éléments figurés qu'il contient en un nucleus nébuleux, montrant au centre un nucléole.

Peu à peu, cet amas granuleux, d'abord uniformément répandu dans l'asque, se retire vers la partie supérieure, de sorte que, dans les trois quarts inférieurs, le protoplasma n'est plus représenté que par une mince couche qui tapisse les parois internes. La portion granuleuse qui s'est amassée à la partie supérieure devient le siège d'un travail de partition intime, en vertu duquel apparaît bientôt un nouveau nucleus, puis quatre, puis huit, d'autant plus petits qu'ils sont plus nombreux. Ces nucleus se disposent en séries, à des distances à peu près égales, et autour d'eux apparaissent peu à peu et en suivant une marche simultanée sensiblement égale, des aires nettement circonscrites, circulaires, beaucoup plus claires.

En même temps naît une fine membrane qui en-

toure chaque masse plasmique et délimite les sporidies; celles-ci se trouvent ainsi constituées, et s'accroissent par une sorte d'absorption du protoplasma ambiant. Cette absorption toutefois n'est pas complète; il reste en effet dans la cavité ascique, après la formation des spores, une matière qui offre une réaction chimique très caractéristique, et qui prend, sous l'influence d'une solution iodée très étendue, une couleur brune-violette; cette matière, M. de Bary l'appelle épiplasma. Dans les espèces à grandes thèques, la séparation du contenu plasmique en protoplasma et en épiplasma se manifeste avant la formation des spores; le premier se ramasse en une zone transversale, et le second occupe tout le reste de l'asque. C'est le cas des asques sphériques et subglobuleux des Truffes et de l'Elaphomyces, où les spores se dessinent et s'accroissent successivement, et non simultanément, et, de plus, sans l'ombre de nucleus préalables, ce qui fait que le nombre des sporidies varie avec le degré de maturité des asques. Ce nombre est constant pour tous les individus d'une même espèce; il est de huit pour la très grande majorité des ascomycètes, quelquefois de deux, de quatre, de seize, mais représentant toujours normalement une quantité paire.

CHAPITRE VI

DISSÉMINATION, GERMINATION DES SPORES. — ÉVOLUTION DE L'HYMÉNOPHORE

Dissémination des spores; déhiscence des réceptacles, déliquescence. — Conditions générales indispensables à la germination. — Culture artificielle. — Mode général de germination. — Évolution de l'hyménophore sarcodé; mode involuté et mode exvoluté. — Germination des Trémellinés. — Évolution des endobasides. — Germination des écidiés. — Germination des urédinés; formation des hypospores. — Germination des puccinés. — Germination des ustilaginés. — Germination des zoospores. — Germination des mucorinés. — Évolution des nématés; fructification multiple; sporanges; conidies. — Germination des ascidés.

Dissémination des spores; déhiscence des réceptacles; déliquescence. — La dissémination des spores s'opère suivant des modes variés. Chez les basyméniés à hymenium découvert, les spores généralement quaternées qui naissent au sommet des basides tombent d'elles-mêmes, ou, comme nous l'avons dit, sont légèrement projetées; la position inférieure de l'hymenium favorise d'ailleurs cette dissémination, laquelle s'observe bien en plaçant, les feuillets en bas, un pileus adulte d'agaric sur une feuille de papier.

Chez les gastéromycètes, où l'ensemble hyménial est rassemblé en un amas central dans un peridium, la dissémination se fait ordinairement par la déhiscence spontanée du réceptacle avec le concours des agents physiques, du vent, en particulier, qui emporte de véritables petits nuages de spores; cette organisation est particulièrement sensible chez les Lycoperdes. On a supposé que les filaments réticulés qui accompagnent les spores chez les myxomycètes, et qui forment dans un grand nombre de genres un véritable conceptacle squelettique, aident à la dissémination des spores, comme les élatères des hépatiques, par des contractions élastiques. Aucun fait connu, cependant, ne vient à l'appui de cette hypothèse.

Dans la famille des Phalloïdés, les spores sont réunies dans une substance gélatineuse qui semble devoir empêcher leur diffusion. Mais cette gélatine a un attrait particulier pour les insectes ; n'est-il pas permis de penser qu'en suçant ce mucus fétide, ils s'imprègnent de spores et les transportent de place en place ? Ce fait n'est pas sans analogie chez les plantes phanérogames, où, dans certains cas, la disposition respective des organes sexuels empêcherait la fécondation, si des insectes ne s'en chargeaient en transportant le pollen sur les stigmates.

En outre, le mucus est le plus souvent déliquescent ; la déliquescence, ici comme chez les agaricinés où elle a été observée, les Coprins, les Bolbites et une espèce au moins d'agaric, aide à la reproduction de l'espèce en permettant la pénétration des spores dans le stratum nourricier. Il paraît établi que des insectes et d'autres animaux contribuent puissamment au développement de certaines formes en mangeant leurs spores : ces spores traversent intactes le tube digestif et sont rejetées par les voies ordinaires et sans avoir subi aucune altération dans leurs aptitudes, aux endroits où elles doivent germer. Les sporidies des pézizes stercoraires, en particulier, sont absorbées par les vaches, qui les rejettent avec leur excréments, dans lesquels elles se trouvent ainsi enfoncées et où elles produisent leur mycelium. Toutefois, les auteurs ne sont pas unanimes à reconnaître que les spores puissent conserver leur propriété germinative après avoir passé par l'estomac d'un animal, à moins de circonstances déterminées ; ainsi, les insectes mycophages qui se nourrissent spécialement de spores, rendraient, dans la plupart des cas, ces spores dans la forme et l'aspect qui caractérisent les spores normales de même nature, mais désormais incapables de germer.

Chez les Thécasporés, la dissémination des sporidies s'opère par la déhiscence spontanée des asques ; ceux-ci sont, comme nous l'avons vu, formés de deux

enveloppes qui s'emboîtent : l'extérieure est sèche, peu perméable, mais ruptile; l'intérieure est élastique, avec une tendance à s'enfler; elle se trouve nécessairement comprimée, et un léger excès de cette tension amène l'éjaculation des spores. Celles-ci se répandent au dehors tantôt sous la forme d'un nuage poudreux, tantôt en amas gélatineux. Chez les pézizes, le moindre agent extérieur influant sur les asques détermine leur déhiscence. D'après M. de Seynes, l'entrée de l'air dans la thèque par une ostiole terminale peut parfaitement expliquer la dissémination des spores; en effet, « sous l'influence d'un ébranlement produit dans l'atmosphère, les spores s'échappent très facilement, et elles s'échappent, non pas en fusée, comme elles le feraient si elles étaient poussées directement de dedans en dehors, mais en tourbillon, et, suivant l'expression pittoresque de Corda, comme des boucles de cheveux d'enfant; or, c'est l'apparence que présenteraient aussi des corps pulvérulents chassés par le vent que l'on aurait poussé dans un tube fermé, de manière qu'ils ne puissent s'échapper que par l'ouverture servant aussi de passage au courant d'air introduit. Les liquides huileux contenus dans la thèque s'en échappent, augmentant la force avec laquelle l'air chasse les spores; cette volatilisation des liquides est accusée par l'humidité qui se dépose en même temps que les spores sur une lame de verre mise au-dessus d'une pézize. » L'hygroscopicité et la contractilité des parois des asques ne joueraient donc qu'un rôle absolument secondaire dans la dissémination des spores. Cette dissémination est favorisée dans certains cas par les appendices variés dont sont munies les spores, filaments ou lanières capillaires.

Dans un grand nombre de thécasporés à périthèces, les spores sont mêlées dans l'asque à un magma gélatineux avec lequel elles se répandent au dehors en amas compact et pâteux. Leur dernière diffusion est due à l'humidité, à la pluie, par exemple, qui désagrège la

masse et transporte les spores en d'autres parties de la même plante.

La large dissémination de ces spores ne peut ainsi s'opérer, et elles sont condamnées à évoluer sur un espace très restreint. Ce que nous savons du métamorphisme nous oblige à voir là une servitude normale et naturelle : en effet, les champignons polymorphes autoïques devant produire toutes leurs formes successives sur le même individu, leurs spores se trouvent ainsi transportées aux points où elles doivent régulièrement germer, et ne vont pas plus loin.

Avant d'étudier la germination dans chaque groupe particulier, il est indispensable d'examiner les conditions générales nécessaires à la germination, et les diverses circonstances qui font que les spores observées manifestent ou non leur vitalité.

Conditions générales indispensables à la germination. — Les conditions de la germination paraissent être très nombreuses et très variées, et très peu sont déterminées, ce qui fait que dans certains cas on a déclaré incapables de germer des corps controversés qui se seraient développés si les circonstances nécessaires s'étaient trouvées réunies.

Les limites caloriques de la germination paraissent être 0° et 50°. On a vu des spores de charbon du blé germer à 0° 5 ; et plusieurs *Penicillium* et d'autres mucédinés à 2°; mais dans ces conditions la germination est extrêmement lente. Quelques spores nées par une genèse spéciale sont constituées pour supporter les rigueurs de l'hiver ou les ardeurs de l'été; mais elles perdent cette faculté de résistance si l'excès de chaleur ou de froid sévit après un commencement de germination, auquel cas elles sont condamnées à périr.

Nous avons indiqué 50° comme limite extrême de la germination des spores; les zoosporanges des

péronospores périssent à 22°; l'ustilago ne résiste pas à 56°. Et cependant, d'après quelques auteurs, MM. Payen et Pasteur, entre autres, certaines spores pourraient germer à une température bien plus élevée. Ainsi l'oïdium orangé, dans le pain, résisterait à 120° et ne périrait qu'à 140°; le penicillium glauque qu'à 121°. Ces résultats contradictoires ne doivent pas évidemment être pris en considération, jusqu'à ce qu'ils aient été contrôlés par des recherches comparées, ne négligeant aucun élément, et surtout éloignant tous les agents secondaires ou étrangers qui pourraient influer sur la germination pour l'empêcher ou la favoriser d'une manière excessive.

Déjà en 1884 on avait reconnu que les cellules de la levûre peuvent supporter la congélation suivie d'un froid constant de — 15°; des recherches récentes tendent à démontrer que cette température peut être abaissée sans détruire les cellules à — 80°.

Les conditions hygrométriques nécessaires à la germination des spores sont aussi variées que les circonstances caloriques. Un grand nombre de spores ne germent que sur un substratum humide et dans un air saturé; d'autres sur l'eau; d'autres, comme les zoospores, entièrement immergées dans le liquide.

Il est à peu près certain aujourd'hui qu'un grand nombre de spores ne germent qu'après une période de repos plus ou moins longue, ce qui suffit pour expliquer les échecs en certains cas : c'est le fait en particulier des spores dites hibernantes et estivantes, qui n'acquièrent leur vitalité qu'après être restées plus ou moins longtemps inactives. D'autres, au contraire, perdent rapidement cette vitalité; ainsi les conidies des péronospores ne peuvent plus germer après avoir été tenues dans l'air sec pendant vingt-quatre heures.

Les autres conditions ne paraissent pas influer considérablement sur la faculté germinative des spores; ainsi, il est presque établi qu'elles peuvent germer après avoir traversé les organes digestifs des ani-

maux. D'après M. Boudier, les spores des agaricinés, comestibles et vénéneux, résistent fort bien à la digestion, et on les retrouve intactes, au moins en apparence, dans les fèces.

La résistance des spores aux agents de nature purement physique est considérable : les acides puissants concentrés, l'eau-forte, ne les attaquent pas ; sous l'action de ces éléments énergiques, l'épispore ne se modifie pas sensiblement ; mais les spores sont détruites par l'ébullition prolongée dans une solution potassique.

Culture artificielle. — L'étude de la germination, très utile au point de vue physiologique, ne fournit pas moins d'indications au point de vue morphologique ; pour faire cette étude, il est bon de se procurer de petits tubes de verre cylindriques, hauts de 4-5 mm., à faces parallèles bien aplanies, et qu'on scelle avec un peu de cire ou de poix sur des porte-objets ordinaires. On recouvre ces tubes avec une lame de verre mince, à la face inférieure de laquelle on suspend une goutte de liquide nourricier avec la spore à étudier.

En même temps, on dépose au fond du tube une ou deux gouttes destinées à saturer l'air contenu dans le petit appareil. La grande difficulté consiste à ne déposer qu'une seule spore, et surtout à n'en mettre que d'une seule espèce ; trop souvent les autres microorganismes, bactéries, vibrions, et penicillium, lequel résiste aux solutions acidulées, prennent la place de la spore qu'on veut examiner.

Le liquide à employer consiste en jus d'orange bouilli et filtré, pour détruire les germes étrangers. On peut se servir aussi de la préparation suivante : azotate de chaux, 4 grammes ; phosphate de potasse, 1 gr. ; nitrate de potasse, 1 gr. ; sucre, 7 gr. ; sulfate de magnésie, 1 gr. ; eau, 700 ; — ou bien du liquide employé par M. Pasteur, eau, 100 ; sucre candi ou

de raisin, 10; tartrate d'ammoniaque, 0,2 à 0,5; cendre de levûre, 0,1.

Dans la plupart des cas, on obtient la germination des spores et le développement des hypospores, ou spores de seconde formation, avec de l'eau simple.

Mode général de germination. — Le mode de germination le plus simple, qu'on peut considérer comme l'accomplissement théorique de cette fonction chez les champignons, est le suivant. On a vu que les spores sont composées de deux membranes, l'une externe, tenace, souvent colorée, que M. Tulasne nomme épispore; l'autre interne, plus fine et granuleuse, qui est l'endospore. Sous l'influence de l'humidité, la spore se gonfle; l'épispore se rompt en un point, jamais défini, quelquefois en deux points opposés, ce qui démontre bien l'homogénéité organique de ce petit corps; l'endospore vient faire hernie par l'ouverture ainsi formée, et constitue un tube plus ou moins long, ou tube-germe, qui bientôt se bifurque, et dans lequel passe tout le protoplasma originairement contenu dans la cavité sporique.

Ce tube, suivant les cas, devient l'origine directe du plexus mycélial sur lequel vont se développer les organes de la reproduction; ou bien il constitue un promycelium qui donne naissance à des spores de seconde formation, qui sont proprement les corpuscules reproducteurs du champignon. Mais ce mode général d'évolution est bien variable suivant les groupes.

Ainsi, il y a des spores qui ne germent pas, ou, ce qui revient au même, des champignons qui n'ont pas de mycelium. Ce sont ces micro-organismes des ferments, qui ne sont composés que de cellules placées bout à bout, en séries moniliformes couronnant un pseudomycelium constitué par des filaments rudimentaires. Ces productions se rattachent évidemment aux champignons par leur protoplasma toujours renfermé dans des parois cellulo-membraneuses;

mais elles se rattachent aussi aux algues par leur mode de développement et par leurs opérations fonctionnelles ; leur nutrition ne se fait pas par un organe spécial intermédiaire ; la spore elle-même extrait les sucs nutritifs du liquide qui les contient avec elle, et où c'est pour elle une nécessité de vivre, et elle se multiplie soit par bourgeonnement, comme les cellules de la levûre de bière, soit, mais beaucoup plus rarement, par scission.

Évolution de l'hyménophore sarcodé; mode involuté et mode exvoluté. — On n'a que peu de renseignements sur la germination des hyménomycètes basyméniés, et pour ce groupe très considérable, il faut s'en tenir à l'idée de la spore émettant un tube-germe qui devient l'origine directe du mycelium. Mais, par contre, les indications sur l'évolution de l'hyménophore, une fois le mycelium constitué, sont assez nombreuses.

Il faut d'abord distinguer deux modes dans cette évolution : le mode exvoluté et le mode involuté, suivant les expressions du Dr Bonorden. Dans le premier cas, elle est centrifuge ou périphérique, et s'opère à peu près comme chez les végétaux cotylédonés; les éléments rayonnent en s'accroissant de la base au sommet. C'est ce que démontre bien, comme nous l'avons déjà fait voir, la forme primitive du stipe, qui est d'abord obèse, renflé, tuberculeux, rempli à la base des sucs nutritifs puisés et transmis par les fibres mycéliennes, sucs qui, transportés suivant un mode quelconque, par capillarité ou osmose, dans la substance de l'hyménophore, qui est d'abord à peine sensible, développent cet hyménophore en provoquant la naissance de nouveaux filaments, ou séries de cellules allongées et accolées, qui s'épanouissent du centre à la périphérie.

Ce mode de développement se rencontre spécialement chez les Agarics à réceptacle nu ou gymnocarpes,

mais il n'est pas général dans ce groupe; ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, le *Collybia velutipes* est à développement involuté. Ce dernier mode d'accroissement, qu'on rencontre le plus souvent chez les agarics calycarpes, est exclusivement endophérique; il se fait, non plus par production successive d'éléments se superposant les uns aux autres, mais par une différenciation progressive des parties, stipe, feuillets, hyménophore, qui se dessinent et s'accentuent peu à peu, avec des distinctions de couleur, de structure et de forme. Une couche extérieure de cellules, que nous avons supposée théoriquement commune à toutes les formes, mais qui ne remplit un rôle pratique que chez les Agaricinés calycarpes, règne sur le jeune champignon; cette couche, au sein de laquelle s'opère la différenciation des parties, constitue le velum.

Il ne faudrait cependant pas voir un abîme entre ces deux modes de formation; la différenciation des parties par des modifications internes du tissu primordial qui constitue originairement tout être organisé, est commune à toutes les formes; il y a seulement une nuance entre la manière d'évoluer dans les deux cas, nuance qui est ainsi caractérisée par M. Bertillon : « Par cette différenciation des tissus sont comme sculptés dans la masse uniforme les organes et les formes du jeune fungus, tandis que, dans la végétation centrifuge et à découvert, ce sont les additions et les poussées successives des filaments, nouveaux ou accrus, qui viennent se grouper les uns auprès des autres, de manière à esquisser les traits spécifiques du champignon. » Dans certaines formes à velum universel, la différenciation des parties, c'est-à-dire, leur évolution vers l'état adulte, se révèle centripète par le degré de maturation des spores, qui sont plus colorées, partant plus anciennes, vers la marge du pileus, moins colorées, partant plus récentes, vers le stipe.

La genèse du velum admet deux modes : dans le premier, une pellicule séparative se forme sur le pileus, dont elle isole ainsi la cuticule; cette pellicule empêche l'adhérence du velum, qui devient le volva ou velum universel libre, squamuleux et membraneux chez les amanites et les chromosporés analogues, granuleux et poudreux chez les Coprins; dans le second, il n'y a pas de pellicule séparative, le voile adhère à la cuticule, et constitue le velum universel confluent des Lepiotes, des Psaliotes, des Hypholomes et des genres correspondants.

On peut regarder le volva comme une dépendance immédiate du mycelium, en quelque sorte comme un repli membraneux, une bourse, qui reste une émanation mycéliale directe, la différenciation progressive des parties n'ayant porté que sur les organes internes sans atteindre la périphérie. La portion inférieure du velum, qui est toujours confluente avec le stipe, est formée évidemment, au moins dans sa partie interne, des prolongements de ses filaments; quant au velum inférieur ou partiel, il est d'origine distincte, et se forme vraisemblablement après l'apparition du jeune hyménophore, en même temps que les feuillets et les organes futurs de la reproduction; ses filaments constitutifs, libres, disposés en réseau ou réunis en membrane, vont se joindre dans la rainure qui existe entre la base des feuillets et la partie supérieure du stipe.

M. Bertillon (1) propose une belle théorie de l'organogénie et de la différenciation des parties chez les Agaricinés calycarpes. Cette théorie, bien qu'encore hypothétique dans ses conclusions, est cependant rendue vraisemblable par des analogies observées ailleurs, et par certains faits dont elle donne seule une explication suffisante pour être acceptée comme vraie. Nous l'analyserons rapidement, et nous mon-

(1) *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*

trerons ensuite les conséquences nombreuses et importantes qu'on en peut tirer.

Pour l'intelligence de cette théorie, il faut d'abord admettre le volva et le velum partiel comme les représentants et les analogues du double peridium qu'on rencontre chez quelques gastéromycètes, chez les Podaxinés et les groupes alliés ; et l'hyménophore avec l'hymenium et les feuillets comme le correspondant de la gleba. Le stipe serait ainsi un simple support ayant d'abord eu son évolution particulière et distincte. La petite tumeur sphérique qui naît sur le mycelium, et qui peut être due à des influences physiques et chimiques extérieures, contient en principe le double peridium.

Entre les deux enveloppes qui le constituent, le stipe se développe sous la forme d'un renflement, ou tubercule basique, qui, s'accroissant aux dépens du peridium externe, entre en connexion intime avec le peridium interne, et lui transmet les éléments plasmiques qu'il reçoit du mycelium. Le peridium interne s'épaissit alors à sa partie supérieure, et par une prolifération cellulaire abondante, forme une couche charnue épaisse, discoïde, renflée au centre et mince à la marge ; cette couche constitue l'hyménophore, lequel commence à produire à sa base les éléments futurs de l'hymenium.

En même temps la partie inférieure du peridium interne s'amincit et se dispose en membrane continue qui sépare encore du disque la partie supérieure et bombée du stipe. Celui-ci s'accroît en longueur, et par suite de cet accroissement, la membrane s'amincit, se troue à la partie centrale, et permet ainsi l'adhérence du stipe et de l'hyménophore. Dès lors, les principes nutritifs changent de voie et arrivent à l'hyménophore directement par les cellules du stipe.

L'évolution, jusque-là centripète, puisque les éléments prolifèrent en s'accroissant de la périphérie au centre, c'est-à-dire, du peridium externe qui est en

connexion intime avec le substratum mycélial, au stipe et surtout à sa partie supérieure, devient centrifuge, ce qui a pour résultat la résorption d'une partie des éléments des voiles, qui s'amincissent et se constituent en membranes. Nous avons donc, pour résumer les faits : d'abord, la production des peridiums, puis l'apparition du stipe, la formation en disque charnu de la partie supérieure du peridium interne, enfin, la réunion du stipe et de ce disque à travers une déchirure de l'hémisphère inférieure du même peridium.

Ces faits paraissent attestés d'abord par la connexion intime du velum partiel et des bords du pileus, lequel lui doit son origine : connexion qui s'étend même jusqu'à la partie supérieure du stipe, puisque souvent on peut suivre sa trace entre la tête du stipe et la concavité correspondante de l'hyménophore; en second lieu, par la connexion de la base du stipe avec les fibres du velum universel; en troisième lieu, par les rapports du stipe avec l'hyménophore dans les formes calycarpes, où, comme nous l'avons dit, il est possible de séparer ces deux organes l'un de l'autre, faculté que nous avons désignée par les termes d'hyménophore libre, tandis que chez les gymnocarpes, cette séparation est le plus souvent impossible, l'hyménophore étant confluent. D'où l'on peut conclure que la relation des deux organes dans les deux groupes n'a pas la même origine, et n'a pas commencé à la même époque.

Cette théorie a d'importantes conséquences. Elle explique parfaitement la forme campanulée ou convexe, jamais absolument plane ou concave, des agarics à velum, tandis qu'un pileus méplat ou infundibuliforme dès sa naissance est dû à une autre organogénie, c'est-à-dire, à une évolution exvolutée. Elle détermine encore les relations du velum avec l'hyménophore, relations qui, suivant qu'une membrane séparative naît ou ne naît pas sur la cuticule du pi-

leus, c'est-à-dire, en ce cas, à la surface supérieure du peridium interne, sont l'origine du velum libre ou volva et du velum confluent. Enfin, sa considération devient d'une grande importance dans la taxinomie, en fournissant une consécration aux caractères tirés de l'adhérence de l'hyménophore au stipe, caractères qui, dans les cas douteux, comme certains *Collybia*, deviendront évidents par l'étude du développement.

Germination des Trémellinés. — La germination a été bien étudiée chez les Trémellinés, qui, par leurs basides tôt divisées en quatre pseudoclinides, forment la transition des basidés aux clinidés. Voici, d'après les observations de M. Tulasne, comment elle s'opère dans *Tremella violacea*. Les spores de cette espèce sont blanches, unicellulaires, remplies d'un protoplasma homogène, amorphe. En un point de l'épispore apparaît un filament-germe dans lequel passe tout le protoplasma de la spore. Ce tube devient l'origine du mycelium, et se ramifie directement.

Mais, dans d'autres spores analogues aux premières, bien que leur fonction ne soit pas identique, il constitue seulement un promycelium; le tube primitif, conique, court, qui naît de la spore sur son côté convexe, rarement de son bord extérieur, se remplit de protoplasma, et se dilate à son extrémité en une ampoule creuse de moindres dimensions que la spore primitive. Les granulations plasmiques passent dans cette ampoule, qui constitue ainsi une spore de seconde formation et qui absorbe tout le plasma aux dépens de la spore génératrice et de son processus, lesquels demeurent incolores, transparents, et finalement se flétrissent.

Certaines spores donnent naissance à deux spores secondaires; leurs supports, dans ce cas, sont ou parallèles ou divergents, c'est-à-dire, insérés sur le

même côté ou sur deux côtés différents. Chez le *Dacrymyces* (Fig. 38), il se produit un phénomène curieux, qu'on doit rapporter peut-être au polymorphisme, et en vertu duquel des corpuscules de nature encore indéfinie, mais que M. Tulasne regarde comme des spermaties, naissent directement des spores ou du moins d'organes semblables à des spores. Dans cette espèce, il y a des spores normalement fertiles, douées de la faculté de germer; mais d'autres évoluent d'une manière bien différente, sans qu'il soit possible d'obtenir une germination directe. Ces spores émettent un ou plusieurs corpuscules portés sur des spicules déliés, minces, qui demeurent adhérents à l'épispore après la chute des corpuscules, et qui paraissent aptes à fournir de nouvelles générations de ces petits corps tant que la cavité contient du protoplasma. Cette cavité se vide peu à peu; et cependant les pédicelles ne se détachent pas de son enveloppe; ils ne sont pas placés dans le même plan, et sont évidemment divergents, bien que sous un angle très petit.

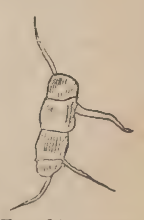


Fig. 38. — Germination du *Dacrymyces*.

Les corpuscules produits n'ont pu être modifiés par aucun agent. Faut-il les regarder comme des spores d'une forme particulière, qu'on ne peut faire germer parce qu'il est impossible de réunir les conditions nécessaires à leur germination? Probablement non; et l'hypothèse qui leur attribuerait une action fécondante quelconque serait peut-être plus vraisemblable. Qui sait si ces corps n'ont pas une influence, des relations sexuelles avec une autre forme fongoïde thécasporée, qui serait en connexion de métamorphisme avec le dacrymyces? Il y aurait là au moins une analogie avec un autre dacrymyces, que des expériences concluantes ont montré en rapport avec une pézize. Nous savons d'un autre côté que jusqu'à

présent la science n'a trouvé de formes définitives que dans les espèces qui produisent des spores en nombre pair sur ou dans des sporophores particuliers, et que les formes à clinides monospores ne sont pour la plupart que des états transitoires, et pour ainsi dire, larvaires. Or, le dacrymyces, chez qui les basides se divisent en quatre cellules analogues à des clinides, échappe-t-il à cette loi presque générale?

Evolution des endobasides. — Chez les Gastéromycètes, autre groupe de basidiosporés, on n'a presque aucune notion sur la germination de la spore; il est vraisemblable qu'elle s'opère comme chez les hyménomycètes. Voici comment, le mycelium étant constitué, se développe l'hyménophore.

Cet hyménophore est constitué par un peridium de nature variable, rarement charnu, plus souvent membraneux et presque coriace, qui renferme dans son intérieur, jusqu'à la maturité et la dissémination des spores, les organes de reproduction ramassés en une masse pulvérulente dite gleba basidée ou basiglèbe. Le stipe est confluent avec le peridium, qui est alors unique, ou bien forme un organe spécial, qui unit deux membranes péridiales, et se développe alors comme nous l'avons supposé théoriquement pour le même organe chez les agarics à velum. Quelquefois le peridium interne manque, c'est-à-dire que, vraisemblablement, il disparaît bien avant l'évolution des organes reproducteurs, et alors la glèbe est directement stipitée.

Le développement dans tous les cas s'opère par différenciation interne des parties, mais suivant un mode moins complexe que chez les agaricinés, puisqu'il n'y a ici que deux organes à considérer, dont l'un doit être la gleba, l'autre le peridium. Celui-ci se compose de couches membraneuses qui jouissent souvent de propriétés spéciales; c'est ainsi que la déhiscence en étoile des géastres s'opère grâce à

l'hygroscopicité de deux des six couches concentriques qui forment leur peridium.

« Le développement des Phalloïdés, dit M. Bertillon, n'est pas sans analogie avec celui des Agaricinés voilés et stipités. Sur le mycelium en cordon apparaît un petit tubercule charnu, gros comme un grain de chènevis, dont le sommet est surmonté d'un peridium adhérent continu avec sa base, et bientôt distendu par une matière gélatineuse. Le petit tubercule se développe; puis, sur les parties latérales de son sommet, se différencie la gleba; le corps s'allonge en stipe, se vacuole, se fraye un passage à travers la masse gélatineuse, repousse et distend le peridium; de plus, les vacuoles du stipe sécrètent des gaz (lesquels?) qui se compriment et dont l'effort brise tout à coup le peridium, et distend le stipe avec bruit. »

Chez les Nidulariés, la coupe est d'abord en forme de petit amas globuleux, que des débris mycéliaux rendent tomenteux à l'extérieur; les conceptacles apparaissent à l'intérieur par différenciation; la couche utriculaire supérieure se condense en membrane, et finalement se déchire, laissant à découvert les sporanges qui ne tardent pas à être projetés au dehors par leur funicule.

Germination des écidiés. — C'est surtout dans les différents groupes des coniomycètes véritablement parasites que l'étude des phénomènes de la germination a donné le plus de résultats. On peut obtenir la germination des pseudospores des écidiés, ces êtres triples qui ne paraissent être que le terme ou l'état le plus parfait de l'évolution d'une puccinie ayant pour première condition des urédospores, soit en les plaçant directement dans une goutte d'eau, ou dans une atmosphère saturée, soit en mettant sur l'eau les feuilles où leurs cupules se sont développées. Toutefois, l'immersion dans le liquide semble favoriser la rapidité du développement.

Dans la plupart des cas, les pseudospores émettent un à trois tubes-germes, qui constituent un promycelium, et dans lesquels passe tout le protoplasma de la spore. Ces tubes primordiaux restent simples ou se bifurquent; ils sont bosselés et toruleux de distance en distance, et quelquefois leur extrémité se contourne en spirale.

Dans l'*Æcidium violæ* (Fig. 39), le filament primitif se renfle ordinairement à son sommet en une ampoule vésiculeuse, ovoïde, irrégulière, dirigée dans l'axe du filament ou quelquefois faisant avec cet axe un angle plus ou moins grand. Cette vésicule parait jouer le rôle d'une hypospore; en effet, elle attire à elle tout le protoplasma, et devient le siège d'un nouveau travail de germination.



Fig. 39. — Germination de l'*Æcidium*.

Dans l'Æcidium de l'euphorbe, la genèse des hypospores est bien évidente. Le premier résultat de l'immersion de ses spores dans l'eau est la production d'un tube court, atteignant à peine en longueur quatre à cinq fois le diamètre de la spore, et se courbant ordinairement en arc dès sa naissance.

Ce tube se cloisonne et se partage en quatre loges, dont chacune contient le plasma nécessaire à la formation d'une hypospore. Entre les cloisons naissent des spicules, au nombre de quatre, courts prolongements latéraux, creux et cylindriques, du tube primordial. Au sommet de ces spicules se développent les spores de seconde formation.

La végétation du promycelium ne s'arrête pas là, et ces spores secondaires ne constituent pas la forme définitive des organes reproducteurs: en effet, chacune d'elles émet une sporule, ou spore tertiaire, qui devient l'origine du mycelium.

Chez les espèces de *Rœstelia*, caractérisées par leur peridium allongé et irrégulièrement lacinié, et par leurs spores séparées par des isthmes très étroits, la germination est analogue à celle de l'écidium. Le tégument épais et coloré qui sert d'épispore se rompt en un point, par où l'endospore se prolonge en un tube égalant en longueur quinze fois le diamètre de la spore. Vers l'extrémité de ce filament, laquelle est droite, enroulée ou recourbée, apparaissent des protubérances semblables à des rameaux rudimentaires et tronqués. Chacune de ces protubérances est terminée par une utricule renflée, qui émet un premier filament mycélien. Dans le genre *Peridermium*, M. Tulasne n'a jamais observé la formation d'hypospores. Les pseudospores germent en un point quelconque, émettant un ou deux filaments, qui se couvrent de nombreuses ramifications, courtes, épaisses, simples ou branchues, qui paraissent être le premier état du mycelium.

Germination des urédinés; formation des hypospores. Germination des puccinés. — Dans le groupe des urédinés, la germination est analogue, au moins pour les genres *Uredo*, *Trichobasis*, et les formes alliées. Dans le genre *Coleosporium*, il y a deux sortes de pseudospores; les unes simples, unicellulaires, pulvérulentes; les autres formées de cellules cloisonnées oblongues, se partageant en articles obovales. Les premières émettent un tube-germe qui se termine par une hypospore réniforme. Les hypospores produisent directement le plexus mycélial; mais plus souvent elles sont incapables de se nourrir par elles-mêmes, et, dans ce cas, elles émettent une sporule de troisième formation. Chez les puccinés proprement dits, caractérisés par leurs pseudospores partagées en loges par des cloisons et des étranglements, la germination ressemble beaucoup à celle des écidiés à promycelium. De chaque loge naît un

tube primordial, atteignant deux ou trois fois la longueur totale de la spore, non compris le pédicelle, se renflant un peu au sommet et se recourbant en crosse. Les parois de ce tube sont transparentes et d'abord incolores; mais peu à peu le plasma granuleux pâle d'abord contenu dans la cavité sporique passe dans le tube, et la pseudospore se vide.

Alors, quatre spicules naissent latéralement; ces spicules, ordinairement dirigés dans le même sens, sont courts, cylindriques et comme tronqués; il n'y a pas dans le tube de cloisons pour limiter la part d'aliments qui revient à chacun; de plus, comme leurs capacités réunies se trouvent évidemment trop petites pour contenir tout le protoplasma, et que cependant elles l'aspirent tout entier, on est amené à supposer que cette matière subit une modification qui a pour objet de changer sa densité.

Cette modification doit de plus porter sur ses propriétés et ses aptitudes; et les granulations renfermées dans chaque spicule doivent jouer à peu près le rôle de nucleus, mal défini, mais capable cependant de devenir l'origine d'une utricule et de s'entourer d'une enveloppe cellulosique suivant un des modes communs aux gymnocelles. C'est ce qui arrive : dès que les spicules sont entièrement constitués, les sporules apparaissent à la partie supérieure; elles sont d'abord globuleuses, puis ellipsoïdes ou recourbées. Le travail de germination est simultané et suit la même marche dans toutes les cellules, qui sont au nombre de deux seulement dans les vrais *Puccinia*; il est ordinairement terminé en une ou deux heures. Les sporules ne sont pas définitives; elles émettent à leur tour un petit tube qui se couronne d'une seconde sporule. A ce moment, la protospore, dont le rôle est terminé, s'efface et périt.

La germination de l'*Uromyces* ne diffère qu'en ce que les cloisons apparaissent dans le tube originaire avant le développement des spicules. Dans le genre

Phragmidium, qui ne diffère morphologiquement des Puccinés que par le nombre plus considérable (quatre à huit) des loges des pseudospores, les filaments primitifs sont moins allongés, et les sporules sont sphériques, globuleuses et orangées, et non réniformes ou courbées et pâles; les spicules aussi sont plus aigus et plus longs; en général les divers organes produits par les premiers phénomènes de la germination prennent une forme plus régulière et plus élégante.

La germination des pseudospores de *Podisoma* présente des phénomènes complexes dont nous allons montrer aussi clairement que possible l'enchaînement. Ces pseudospores, dont les dimensions sont variables, sont composées de deux grandes cellules coniques réunies par leur base de manière à figurer ensemble un corps irrégulièrement fusiforme. L'épispore est tantôt mince et incolore, tantôt sombre et épaisse. Les spores à épispore mince émettent vers leur centre des tubes obtus, qui ne tardent pas à se remplir du protoplasma de la protospore.

Les tubes naissent vers la base, au nombre de quatre, rarement huit, pour chaque cellule; ils sont opposés et divergents. Le développement en épaisseur est ordinairement en raison directe de l'accroissement en longueur; la longueur des tubes dépasse rarement quatre fois celle de la spore; elle est souvent moins considérable. Le protoplasma coloré s'amasse à la partie supérieure des tubes, et c'est vers cette extrémité que ceux-ci se partagent par des cloisons en cavités inégales; de chacune de ces cavités émane latéralement une seule protubérance tubulaire, conique, aiguë à sa partie supérieure, qui supporte une téleutospore courbée, ellipsoïde, formée d'une seule cellule. L'endochrome orangé, ou protoplasma coloré d'abord contenu dans la protospore, passe tout entier dans les téleutospores. Celles-ci, qui constituent proprement les germes reproducteurs du champignon, germent directement, soit après, soit avant leur sépa-

ration de l'individu producteur. Elles émettent vers leur hile, petite dépression qui marque le point central autour duquel elles ont évolué, un long filament très délicat, atteignant jusqu'à vingt fois leur diamètre.

Germination des Ustilaginés. — Chez les ustilaginés, la germination s'opère suivant un mode un peu différent, caractérisé surtout par l'accouplement des hypospores. Les spores globuleuses et réticulées de *Tilletia* émettent un tube-germe assez gros, qui se fraye un passage à travers l'épispore, et qui produit à son sommet des sporules de seconde formation, ou hypospores, légèrement fusiformes et aiguës à leur extrémité libre. Ces hypospores se réunissent deux à deux sur une courte partie de leurs parois latérales ; en ce point naît un tube transversal qui n'est que le prolongement de ces parois, en même temps que la cloison nécessairement formée par la portion réunie des deux enveloppes disparaît.

Ainsi constituées, ces nouvelles cellules produisent des spores de troisième formation, courbées et confluentes, lesquelles émettent à leur tour une nouvelle génération de spores douées directement de la faculté de germer et de produire un mycelium. Ces phénomènes se retrouvent avec de légères variantes dans toutes les formes de la famille, et on peut les ranger ainsi au nombre de ses caractères morphologiques. Dans l'*Ustilago*, le tube-germe primordial est dilaté au sommet, atténué à la base ; son protoplasma, d'abord amorphe, devient progressivement granuleux, en même temps que sur une paroi se produisent des prolongements de même forme, quoique nécessairement plus petits, qui produisent des sporules primaires ; les phénomènes décrits plus haut se reproduisent alors.

Germination des Zoospores. — Nous avons déjà vu que le Cystopus, rattaché par son aspect exté-

térieur aux urédinés et par les phénomènes physiologiques qui accompagnent son développement, aux Péronospores, les organes immédiats de la reproduction sont représentés par des spores ambulantes, ou zoospores, qui se meuvent dans l'eau à l'aide de cils vibratiles, et qui sont produites dans des conceptacles superficiels ou immergés, les premiers nommés conidies ou zoosporanges, et disposés en séries moniliformes, les seconds produits par une fécondation évidente et appelés oospores.

C'est ici le lieu de faire remarquer que ces cils vibratiles, dont jusqu'à présent on n'a pu découvrir la genèse et la formation, ne paraissent avoir qu'une fonction purement mécanique, qui consiste à transporter la zoospore à l'endroit où elle pourra se développer. Dans leur pérégrination, beaucoup de ces petits germes ne rencontrent pas cet endroit et périssent; d'autres, plus heureux ou mieux doués, le rencontrent, et ceux-là seuls se développent. D'où l'on peut inférer que le mouvement n'est pas chez eux une preuve de vie supérieure, de conscience; il rentre dans leur vie végétative et inconsciente, et est pour eux une condition d'existence indispensable, mais passagère, et rien de plus. Ces spores éphémères, une fois fixées, germent absolument comme les spores durables ordinaires; elles émettent en un point quelconque de l'épispore cellulosique dont elles s'entourent après la chute des cils vibratiles, un processus-germe flexueux ou droit, qui peut aller jusqu'à dix fois leur diamètre.

L'extrémité de ce tube devient claviforme et renflée, se forme en vésicule et reçoit la totalité du plasma de la zoospore. Le mycelium se produit alors selon les modes ordinaires. Il est à remarquer que les tubes primordiaux qui constituent son premier état ne percent pas l'épiderme des plantes sur lesquelles il doit vivre en parasite, mais pénètrent à travers les stomates. Cette observation a son importance, surtout

par la comparaison des phénomènes avec la marche suivie par les spores particulières des écidiums dont le parasitisme a la même genèse. Les zoospores produites dans les oospores ou spores d'hiver ont absolument, dans le Cystope comme chez les Peronospores, le même mode de développement. Il y a ici un autre élément indispensable à la germination et dont nous n'avons pas parlé dans nos considérations préliminaires : c'est la privation absolue de lumière. De plus, l'immersion dans le liquide est absolument nécessaire.

Quand les conidies des péronospores sont seulement semées à la surface de l'eau, la germination est un peu différente. La conidie primordiale émet à son sommet un processus tubulaire qui se dilate vers la partie supérieure en une vésicule dans laquelle passe tout le plasma, et qui s'étrangle bientôt à la base. Dans certaines conditions, cette seconde conidie, devenue cellule-mère, produit une conidie de troisième formation.

Faut-il voir dans cette série de faits des phénomènes nécessaires à l'entretien latent de la vitalité chez les futures zoospores, qui naissent de la troisième conidie comme de la première, entretien obtenu par cette prolifération cellulosique qui empêche le protoplasma de rester inactif jusqu'au moment où les conditions nécessaires à la germination se trouvent réunies?

On peut être autorisé à le supposer, si l'on considère que les conidies ne conservent leur vitalité que pour un temps très restreint, même dans une constante humidité, et qu'elles la perdent dans l'air sec en moins de vingt-quatre heures. La vie dans ces conditions ne peut pas se transmettre par ces conidies, mais seulement par les spores dormantes et par le mycelium qui dure autant que la plante nourricière, vivace chez les végétaux vivaces, et qui recommence à végéter au printemps.

Germination des Mucorinés. — MM. Van Tieghem et Le Monnier ont étudié la germination chez

les mucorinés, véritables mucédinés à spores endogènes; mais ils ne l'ont obtenue dans ces plantes que par l'immersion des spores dans du jus d'orange, et non plus dans l'eau simple. La spore ainsi traitée se décolore, se gonfle en absorbant par osmose une partie du liquide qui l'environne, et ne tarde pas à acquérir un volume double de son volume primitif et à perdre sa forme globuleuse pour devenir ovoïde.

A l'une de ses extrémités, quelquefois en deux points symétriques et diamétralement opposés, apparaît un tube filiforme qui se développe peu à peu en émettant des ramifications presque pennées. L'exospore se rompt parfois et se détache entièrement de la spore en germination. Les branches primaires constituent l'origine du mycelium; celui-ci, au bout de deux jours, est définitivement constitué. Il émet des branches verticales, dressées, qui produisent d'abondantes ramifications. D'autres filaments plus courts, qui restent constamment submergés, ne se ramifient pas, ou présentent quelques bifurcations aiguës semblables à de menues épines.

Des rameaux particuliers, fertiles, s'élèvent en divers points du mycelium; ils se renflent en massue et portent directement le sporange caractéristique de l'espèce, ou bien se divisent en quelques filaments, les uns se terminant par des sporanges, les autres avortant et formant une touffe hérissée. Quelquefois, l'avortement est plus complet, et les filaments fertiles se réduisent à plusieurs protubérances à peine indiquées. Plusieurs de ces renflements claviformes, au lieu de se couronner de sporanges, se prolongent brusquement en un filament végétatif. Lorsque la germination se trouve arrêtée avant ses derniers phénomènes, le protoplasma qui n'a pas été utilisé, et qui conserve ses propriétés vitales, se segmente en plusieurs nucleus agglomérés, qui rappellent les sporidies des ascomycètes. Toutefois, le développement s'arrête là, et si la tendance à produire des organes reproducteurs se

manifeste ainsi, de véritables spores n'apparaissent jamais.

Evolution des Nématés. Fructification multiple ; sporanges; conidies. — Voici comment s'opèrent la genèse et l'évolution de l'appareil reproducteur dans le représentant le plus commun des Mucorinés, le *Mucor mucedo*. A la surface du mycelium byssoïde se dressent des filaments fertiles, robustes, capillaires, isolés les uns des autres, qui se couronnent d'un renflement sphérique, progressivement plus gros et plus formé. A la maturité du sporange, la cavité interne se sectionne et se partage, par des cloisons qui vont dans des directions variables, en plusieurs cellules, en même temps que la partie externe du support émet des ramifications qui se terminent à leur tour par un sporange.

Après l'évolution des premiers organes reproducteurs, et émanant visiblement des mêmes filaments myceliens, apparaissent de nouveaux conceptacles, plus petits, le plus souvent tétraspores, qu'on nomme sporangioles. Ces sporangioles, différents dans leur forme et dans leur insertion des sporanges caractéristiques du mucor, couronnent des ramifications disposées en dentelle délicate. Toutefois, malgré cette dissemblance, leur relation avec le mucor ne paraît pas douteuse, par la raison qu'ils émanent du même stratum.

D'après de nouvelles observations, le mucor aurait une troisième forme de reproduction, caractérisée par des spores nues ou conidies qui se développent de la manière suivante. A peu près en même temps que les sporanges apparaissent des organes analogues par leur forme, qui se produisent au sommet de filaments primitivement trifurqués et finalement divisés en un grand nombre de ramifications. Chacune de ces ramifications porte quinze à vingt conidies naissant latéralement, et sur des supports à peine sensibles, très rapprochés les uns des autres.

Cette forme à conidies était rangée parmi les mucédinés, dans le genre *Botrytis*. Est-elle véritablement en connexion avec le mucor, ou bien constitue-t-elle une espèce distincte et autonome ? La solution de cette question ne peut reposer que sur un seul fait d'expérience, à savoir, l'origine commune sur un même filament des sporanges et des conidies. Jusqu'à présent on n'a pu voir cette origine d'une manière évidente, en raison de l'abondance des ramifications byssoïdes qui constituent le mycelium du mucor à l'époque de l'apparition des sporanges. Quoi qu'il en soit, étant donné que les formes clinidées ne sont généralement que des conditions transitoires, rien ne s'oppose à l'identité spécifique des deux états.

Outre ses appareils de reproduction directe, le mucor a encore d'autres cellules fécondes, nommées gemmules, qui se forment çà et là par l'agglomération de quelques granulations plasmiques, et qui sont capables de produire directement un nouveau mycelium. Il est bien évident que c'est là un moyen détourné employé par la nature pour rendre plus complète la dissémination du mucor, et dans certains cas, pour favoriser la reproduction de la race qui serait empêchée par l'insuffisance anormale des voies ordinaires de la génération.

C'est ce qui apparait bien si l'on fait germer les spores du mucor dans un endroit privé d'air : la production des sporanges est très limitée ou nulle, mais, par contre, la formation des gemmules est extrêmement abondante ; ils consistent en cellules spéciales, fusiformes ou subglobuleuses avec les extrémités tronquées ; ils se disposent quelquefois en séries toruleuses. Dans quelques cas, ils s'entourent d'une enveloppe très épaisse ; souvent encore les cellules primitivement formées ne constituent pas l'état définitif des gemmules ; elles jouent le rôle d'utricules-mères, et les bourgeons reproducteurs n'apparaissent qu'en seconde formation. Ces bourgeons sont ici ce

que sont chez les phanérogames les tubercules et les bulbes, qui peuvent conserver très longtemps une vitalité latente pour se réveiller dès que les conditions extérieures deviennent plus favorables.

Germination des Ascidés. — Nous passons maintenant à l'étude de la germination et du développement chez les ascidés. L'évolution des spores de la Morille a été bien étudiée par M. de Seynes : « Mises en germination dans la matinée du 4 décembre, les spores présentaient à neuf heures du soir un boyau sortant d'une des extrémités et mesurant au plus la moitié de la longueur totale de la spore. Le 5 au matin, ce boyau avait augmenté, et se présentait comme un filament trois ou quatre fois plus long. Le lendemain, 6, ces cellules allongées offraient des cloisons transversales et des ramifications. Dès le troisième jour, la germination était donc fort avancée : plusieurs spores étaient même complètement déformées, et présentaient par suite de l'allongement qu'elles avaient éprouvé, l'aspect d'un manchon cylindrique. Les prolongements cellulaires provenant de la germination avaient une tendance à se former à l'une des extrémités du plus long axe de la spore, et le plus souvent aux deux extrémités opposées ou simultanément ou successivement. Sur plusieurs centaines de spores examinées ainsi en état de germination, je n'ai vu que fort peu d'exceptions à cette règle ; j'en ai rencontré chez qui la tendance centrifuge à végéter par deux prolongements cellulaires opposés amenaient ce fait que, s'il en naissait un second à côté de la cellule primogène situé à l'un des pôles, on en voyait aussi apparaître un second à côté de la cellule sortant du pôle opposé. »

La germination présente d'ailleurs une série de phénomènes très singuliers, et encore mal expliqués. La cavité intérieure de la spore, avant que celle-ci ne soit soumise à l'action de l'humidité, renferme deux

éléments bien distincts : un nucleus oléagineux central, laissant entre lui et la paroi un espace très étroit, et un liquide clair, d'un aspect plus fluide et moins réfringent, incolore ou légèrement rosé, contigu à la paroi. L'eau, traversant par endosmose la membrane extérieure, augmente la quantité du dernier liquide, tandis que la goutte d'huile se trouve comprimée, refoulée, déformée, sans toutefois se diviser.

Bientôt, cet état se transforme, et les deux liquides se réduisent en une masse de petits segments granuleux, semblables et égaux, qui remplissent entièrement la cavité sporique. La spore dès lors augmente rapidement de volume et perd sa forme régulière ; à l'un des pôles de l'ellipse apparaît une petite éminence membraneuse qui est probablement due à l'endospore venant faire hernie à travers une déchirure de l'épispore, sans toutefois que cette déchirure soit facilement visible.

Après l'apparition de cette éminence, le contenu change de nouveau d'aspect. La goutte huileuse, qui occupait le centre avant la germination, se dispose en couche mince contre la paroi, tandis qu'au centre se trouvent des gouttes plus ou moins volumineuses du liquide clair qui occupait auparavant la périphérie; il n'y a de changement que dans la quantité respective des deux liquides, qui est plus considérable, d'où l'on est autorisé à conclure que la paroi interne de l'enveloppe sporique en a sécrété, ou bien que le liquide huileux de dernière formation est un produit distinct du premier, mais contenant des éléments du noyau oléagineux primitif. « En voyant apparaître à la surface de la spore une membrane aussi ténue que celle qui forme les linéaments de la cellule primitive, j'avais supposé, continue M. de Seynes, qu'elle devait offrir une plus grande facilité à l'entrée de l'eau par endosmose, et qu'ainsi s'expliquait l'accroissement désormais très rapide du corps de la spore ; diverses autres apparences semblaient confirmer cette hypo-

thèse ; mais j'ai voulu m'en assurer directement, et j'ai procédé de la manière suivante :

« Une petite goutte de décoction de noix de galle fut introduite sur le porte-objet où se trouvaient les spores germées : l'enveloppe externe de ces spores en parut assez influencée et se resserra ; les gouttelettes du liquide le plus interne présentèrent une déformation notable. Dix à douze minutes après, le sulfate de fer ayant été ajouté sur le porte-objet, l'enveloppe de la spore noircit peu à peu, et s'accusa beaucoup plus nettement, de manière à faire supposer qu'elle avait été imprégnée par les deux liquides, et que sa coloration provenait de leur combinaison ; mais la membrane des cellules germinatives restait parfaitement diaphane, et ne changeait ni d'aspect ni de dimensions. Que l'on admette ou non qu'il y ait eu combinaison des deux substances chimiques et formation d'encre dans l'intérieur de la membrane, il n'en reste pas moins hors de doute que cette enveloppe a absorbé soit les deux liquides, soit un des deux, tandis que la membrane si mince pourtant des premières cellules n'en a pas trahi l'absorption. On peut donc admettre que le courant endosmotique qui concourt à la nutrition et au développement de ces premiers organes végétatifs, se dirige toujours du centre à la périphérie, en suivant ainsi le mouvement centrifuge qui fait projeter à la spore des expansions cellulaires pour former le mycelium. Il est probable que tant que la spore reste individualisée, elle remplit le rôle de corps nourricier, absorbant et sécrétant, que chaque cellule, à mesure qu'elle se développe, remplira plus tard pour son propre compte isolément. »

Il y aurait donc analogie entre la spore en germination et ces productions rudimentaires qui, uniquement composées de spores, se développent et végètent sans l'intermédiaire d'un mycelium. De plus, de ces diverses expériences on peut tirer plusieurs conséquences importantes : d'abord, la définition du verita-

ble rôle rempli par le liquide ambiant dans la germination ; ensuite, la preuve de l'existence de ces deux membranes, dont l'interne devient l'origine du premier filament mycélien, et l'externe est seule apte à absorber les liquides, au moins d'une manière assez rapide pour que cette absorption puisse expliquer la rupture de l'épispore et l'émission du processus de l'endospore.

Les spores des thécasporés germent le plus souvent dans les conditions qui ont été définies ; mais il n'est pas rare d'en trouver qui ont subi un commencement de germination soit dans l'air qui leur sert de véhicule, soit à l'intérieur même des asques avant leur émission.

Chez les pézizes, qui représentent la forme la plus simple des ascomycètes, le réceptacle à son origine est en forme de nodule arrondi, composé exclusivement de l'élément histologique des champignons, la cellule allongée ou filament. Ce nodule conserve sa forme primordiale jusqu'à l'apparition des cellules fertiles qui doivent être les asques; bientôt par suite du développement rapide de la couche hyméniale et de ses thèques, une fissure apparaît au sommet dans la membrane extérieure, qui paraît une émanation directe et immédiate du mycelium. La forme définitive du réceptacle se trouve dès lors indiquée; il s'étale de plus en plus, s'ouvre, se déprime, devient discoïde, excipulé ou irrégulièrement lobé suivant les caractères de l'espèce. Le stipe, quand il existe, paraît se différencier ultérieurement par suite du développement du réceptacle.

Plusieurs Tubéracés de transition, bien que construits sur un module différent, offrent cependant des phases analogues dans l'évolution de leur réceptacle. En effet, leur partie externe, qui est lobée et diversement plissée, correspond à la couche mycéliale condensée qui chez les pézizes unit par un tomentum laineux le stratum hyménial au stratum végétatif ; de

même, les vésicules internes qui sont l'origine des asques correspondent à l'hymenium, et le cortex aux parois de la cupule.

Cependant, chez les ascypogés typiques, le développement, bien qu'analogue dans sa marche, doit être assez différent dans ses moyens et ses causes, étant donné que les réceptacles doivent élaborer leurs éléments et différencier leur parties constitutives sous terre, c'est-à-dire, sans le concours d'un agent puissant qui paraît indispensable aux autres formes ascomycètes, la lumière. Ce développement a lieu par différenciation dans la truffe, qu'on peut regarder comme le type de la famille. Elle consiste d'abord en un petit globule feutré, filamenteux, poudreux, mais dans lequel le cortex se trouve déjà indiqué sous la forme d'une coque assez épaisse. « Cette coque, écrit M. le Dr Bertillon, n'est pas complètement fermée; elle présente, en effet, au centre d'un renfoncement, un assez large pertuis, communiquant intérieurement avec une sorte de vestibule où viennent s'embrancher les nombreux diverticulum aériens, tapissés de la membrane ascymène, qui parcourent en tous sens le tissu de la truffe; mais ces lacunes, cette chambre à air vont s'oblitérant avec la croissance des tissus, avec leur épaississement et leur multiplication, tandis que le mycelium qui entourait le réceptacle ne tarde pas lui-même à disparaître de bonne heure. »

Chez les pyrénomycètes, où les asques sont réunis en un nucleus plus ou moins oléagineux, le développement de l'appareil reproducteur a lieu par différenciation des parties, le mycelium se condensant d'abord en un stroma subéreux ou en un pseudostrome à peine distinct. Les périthèces ou faux-périthèces, qui sont le résultat ultime de cette condensation, ce que démontre bien leur consistance le plus souvent cornée et coriace, apparaissent plus tard à l'intérieur ou à la surface du subiculum stromateux.

CHAPITRE VII

PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES

Nutrition : phénomènes qui accompagnent l'accomplissement de cette fonction. Produits sécrétés par les champignons ; composition chimique de leurs tissus. — Émission de chaleur. — Phosphorescence. — Changement de couleur. — Développement rapide ; déliquescence. — Réviviscence du mycélium. — Hyménophores lactescents. — Couleur des tissus, de la cuticule. — Odeur fongique, odeur spécifique. — Formes tératologiques ; variabilité. — Mouvements spontanés ; anthérozoïdes ; mouvement sarcodique. — Parasitisme ; parasites, nosophytes, saprophytes. — Pénétration des spores dans les tissus. — Question des Algolichens. — Polymorphisme, métamorphisme ; conditions d'identité spécifique de formes dissemblables.

Nutrition ; phénomènes qui accompagnent l'accomplissement de cette fonction. Produits sécrétés par les champignons. Composition chimique de leurs tissus. — La nutrition et les phénomènes qui l'accompagnent ne s'accomplissent pas chez les champignons comme chez les phanérogames, et cette différence est facile à expliquer si l'on considère que les cellules des funginés sarcodés ou asarcodés ne contiennent aucune trace de chlorophylle. Ils ne réduisent donc pas au fond de leur organisme, comme les êtres où existe cet élément puissant, le carbone pour exhaler de l'oxygène ; au contraire, et ils se rapprochent en cela des formes animales, ils respirent de l'oxygène et rejettent de l'acide carbonique, et de plus, d'après des observations bien établies, ils émettent de l'hydrogène. Les sécrétions extérieures des champignons consistent surtout en vapeur d'eau, qui se condense parfois, comme dans le genre *Pilobolus ;* les principes contenus dans ces sécrétions aqueuses ne sont pas exactement connus ; on y a trouvé des substances gommeuses, acides, sucrées, et très souvent de l'oxalate de chaux à l'état cristallin ou amorphe.

La lumière ne paraît avoir aucune influence sur les fonctions nutritives des champignons ; et son absence est un facteur puissant, dans certains cas, de l'activité

de ces fonctions; c'est ainsi que le champignon de couche fructifie parfaitement et prolifère en immense quantité dans des cryptes sombres; que les zoospores du Cystope ne germent bien que dans l'obscurité, et que l'émission des spores chez les basidés est plus abondante la nuit que le jour. Cependant M. P. E. Fries signale l'obscurité des caves comme la cause des hypertrophies monstrueuses qui affectent les parties végétatives dans plusieurs formes supérieures; mais il faut plutôt, avec M. de Seynes, attribuer ces états tératologiques à certaines conditions spéciales de caloricité et d'humidité qui ne se trouvent réunies que dans l'air confiné.

Comme tous les organes constitutifs des êtres vivants, les organes des champignons révèlent à l'analyse la présence du carbone, et d'ailleurs, ils ne sauraient subsister sans cet indispensable élément. Or, nous savons que, la chlorophylle manquant dans leurs tissus, ils ne peuvent absorber directement et prendre à l'acide carbonique contenu dans l'air la quantité de carbone qui leur est nécessaire. Ce carbone doit leur être fourni sous une forme facilement soluble qui lui permette de pénétrer immédiatement dans les cellules; or, le carbone n'est présenté sous cette forme que par les substances d'origine organique, et c'est ce qui fait que la plupart des champignons vivent en parasites sur des plantes vivantes ou mourantes, et que les autres se développent toujours à proximité de débris en voie de décomposition dont ils absorbent l'hydrogène et le carbone par leurs filaments mycéliaux.

Quant aux éléments azotés, il paraît certain qu'ils ne sont pas absorbés tout formés, mais qu'ils s'élaborent au sein des tissus en vertu des lois vitales dont la nature et le mode d'action sont encore inconnus. Le résultat de cette élaboration est la production de nombreuses substances tertiaires ou quaternaires, que l'analyse extrait des tissus, et qui sont :

des huiles essentielles plus ou moins abondantes, suivant les espèces, et toujours particulières aux groupes; des matières cireuses, grasses, sucrées, colorantes, acides ; du glucose ; de la fécule (très rarement) ; de la gomme, de la callose, et enfin de la cellulose, particulièrement désignée dans ce groupe sous le nom de fungine; de l'albumine, et très certainement des alcaloïdes organiques particuliers à certaines espèces. Dans quelques formes étudiées spécialement, (*Amanita phalloïdes*, *A. muscaria*, *Agaricus campestris*, *Boletus edulis*), M. Boudier a obtenu par l'analyse :

1° Un suc acide, rougissant légèrement la teinture de tournesol, se coagulant par la chaleur, et précipitant en gris ou en violacé par le tannin ou l'acétate de plomb en se décolorant. Ce suc, chauffé pour faire disparaître l'albumine, et traité par l'acide sulfurique, se gélatinise, et subit, suivant la température, la fermentation putride ou la fermentation alcoolique;

2° De la cellulose insoluble, qui, traitée par l'eau chaude, l'éther, l'alcool et une solution d'hypochlorite de soude bouillante, devient translucide, cornée, blanchâtre ou jaunâtre;

3° De la viscosine, extraite en longs filaments algoïdes du suc fongique, après que celui-ci a été privé d'albumine et filtré;

4° De la mycétide, qu'on appellera sans doute par la suite mycétine, qui est évidemment de nature gommeuse, analogue à la gélatine, bien que colorée en brun, et que le suc renferme en très grande quantité.

L'*Am. phalloïdes* a fourni en outre de la bulbosine, principe amer et nauséabond, soluble sans limites dans l'eau et l'alcool, mais insoluble dans l'éther, et l'*am. muscaria* de l'amanitine, principe colorant encore mal déterminé.

Emission de chaleur. — Parmi les phénomènes

physiologiques les plus remarquables qu'on rencontre chez les champignons, il n'en est pas assurément de plus curieux que la production de chaleur et l'émission de lumière ou phosphorescence. Il est reconnu que plusieurs champignons donnent de la chaleur ; cette chaleur est particulièrement sensible dans les fermentations, où elle n'est cependant pas due entièrement à l'élément mycoïde qui les détermine, mais où il faut l'attribuer en partie aux combinaisons chimiques qui se produisent.

L'émission de chaleur a été reconnue dans plusieurs formes d'agaricinés, et il est vraisemblable que ce phénomène s'est manifesté au moment où la vitalité est apparue dans les spores ; cette opinion a pour elle quelques analogies dans le règne végétal, où nous voyons la fécondation déterminer chez les *Arum* une augmentation très sensible de la température. La seule forme charnue qui soit disposée pour braver l'hiver est *Agaricus velutipes;* on le trouve sous la neige; il affronte les températures les plus rigoureuses, et résiste à la gelée sans en paraître souffrir; serait-il contraire à la vérité de penser qu'il crée en lui-même, en vertu d'une loi physiologique particulière, une chaleur capable de lui faire supporter le froid ?

Cette production de chaleur par certaines formes fongoïdes peut présenter parfois de sérieux inconvénients. Ainsi, il paraît établi par les expériences du professeur Cohn, que l'échauffement du foin humide à une température suffisante pour en provoquer la combustion est dû à un champignon. Ce champignon est l'*Aspergillus fumigatus*, dont l'action thermogène peut échauffer l'orge en voie de germination jusqu'à la rendre stérile. Par l'effet de la respiration du petit germe, c'est-à-dire, par la combustion des matières amylacées et des autres hydrocarbures que le ferment diastasique transforme en maltose et en dextrine, la température se trouve élevée d'environ

40°. L'échauffement des germes à plus de 60° ne se produit que par l'intervention de l'aspergillus agissant comme ferment; dans ces conditions. il atteint son plus grand développement et produit son maximum d'action; dans cet état, il brûle rapidement les hydrocarbures.

Phosphorescence. — La phosphorescence des champignons a été observée pour la première fois sur l'*Agaricus olearius*, qui croît en abondance dans le midi de la France au pied des oliviers. Les premières observations sont dues à de Candolle, qui attribuait cette émission lumineuse à l'état avancé du champignon ou du moins aux phénomènes chimiques qui accompagnent sa décomposition. On aurait ainsi l'analogue de ce qui se passe dans la décomposition de certaines matières organiques d'origine animale, telles que le cerveau. la laitance des poissons. dont les éléments produisent en se désagrégeant du phosphore gazeux qui s'enflamme spontanément au contact de l'air.

Cette hypothèse n'est plus admise aujourd'hui. Une autre hypothèse. due à Fries. attribuait la phosphorescence de l'Agaric de l'olivier à la présence d'un parasite filamenteux, le *Cladosporium umbrinum* Mont. Cette hypothese, qui ne faisait que déplacer la question. puisque l'émission de lumière était toujours attribuée. sans explication plausible. à un champignon, n'est pas. suivant les observations de M. Tulasne. plus véritable que la première.

Voici en résumé les observations de ce savant sur le phénomène. La phosphorescence, qu'il devient ainsi difficile de rattacher à l'apparition de la fécondité dans les spores. n'est pas limitée à la surface hyméniale ou lamellée. La totalité de la masse charnue du champignon, au moins dans les conditions normales. participe à la faculté d'émettre de la lumière : c'est ce dont on peut s'assurer en partageant

un individu en très petits fragments; chaque fragment est phosphorescent au même degré que le réceptacle entier. La phosphorescence est également brillante dans toutes les parties du pileus; il n'y a d'exception que pour la cuticule de cet organe, qui reste constamment obscure.

Une constatation très importante, parce qu'elle donne peut-être la clef du phénomène, est la suivante : « La phosphorescence d'abord et plus ordinairement se manifeste à la surface de l'hymenium. J'ai vu un grand nombre de champignons jeunes très phosphorescents dans les feuillets, mais qui ne l'étaient nulle part ailleurs. Dans un autre cas, et parmi des champignons plus âgés dont l'hymenium avait cessé de donner de la lumière, la tige au contraire jetait un vif éclat. Habituellement, la phosphorescence est distribuée d'une façon inégale sur la tige et les feuillets. Bien que la tige soit lumineuse à sa surface, elle ne l'est pas toujours nécessairement à l'intérieur si on la meurtrit; mais cette substance devient souvent phosphorescente par suite du contact de l'air. Ainsi, après avoir irrégulièrement taillé et fendu une grosse tige dans sa longueur, j'avais trouvé toute la chair obscure, tandis qu'à l'extérieur étaient quelques places lumineuses. Je rassemblai sommairement toutes les parties déchirées, et le soir suivant, en les observant de nouveau, je les trouvai toutes répandant une brillante lumière. Une autre fois, j'avais fendu verticalement avec un scalpel plusieurs champignons pour hâter leur dessiccation; le soir du même jour, toutes les surfaces coupées étaient phosphorescentes. Mais, dans plusieurs de ces morceaux de champignons, la phosphorescence était limitée à la surface coupée qui était exposée à l'air; la chair au-dessous n'était pas changée. »

Ainsi, la présence de l'oxygène paraît nécessaire à la production de la lumière; on peut donc attribuer cette production à une combinaison de ce gaz, sur-

tout si l'on considère que tout phénomène lumineux disparaît dans une atmosphère d'hydrogène, d'acide carbonique, ou dans le vide. Certaines autres conditions atmosphériques paraissent aussi indispensables; pour l'agaric de l'olivier, la phosphorescence ne se manifeste que de 9° c. à 50°. Elle cesse au-dessous de 9° pour reparaître quand la température s'élève; elle s'accompagne d'une absorption très vive d'oxygène, absorption qui devient sensiblement proportionnelle à l'acide carbonique exhalé.

On a trouvé que pour les Rhizomorphes, myceliums filamenteux dont l'hyménophore est encore à déterminer, bien qu'ils appartiennent vraisemblablement à des formes basidées, l'émission de lumière est maxima entre 15° et 31°; mais on ne saurait assigner ces températures comme limites extrêmes au phénomène. L'état hygrométrique de l'atmosphère ne paraît avoir aucune influence sur la phosphorescence; mais celle-ci disparaît absolument dès que l'hyménophore est desséché. Par un phénomène inverse, les champignons plongés dans l'eau perdent en moins d'une journée leurs propriétés lumineuses. Il est facile d'expliquer ce fait par la diminution de l'oxygène absorbé; ou encore en supposant que l'hyménophore, bien que séparé du mycelium, peut vivre pendant un certain temps de sa vie propre, et accomplir ses fonctions, et que la privation d'oxygène le tue en supprimant en même temps toutes les manifestations de sa vitalité, y compris la phosphorescence, qui est, sinon la principale, au moins la plus sensible. Quoi qu'il en soit, il est hors de doute qu'il faut voir l'origine de l'émission lumineuse dans la combinaison des principes organisés avec l'oxygène, c'est-à-dire, dans leur combustion, accompagnée d'un dégagement proportionnel d'acide carbonique.

D'autres champignons jouissent encore de la faculté de briller dans l'obscurité; ce sont presque tous des hyménomycètes ou des myceliums stériles dont

la modification sporifère est encore à découvrir : ainsi *Agaricus lampas; Ag. igneus; Ag. noctilucus; Ag. Gardneri*; quelques *Polyporus*; plusieurs Rhizomorphes. On a supposé que les fragments de bois pourri qui répandent dans l'obscurité une clarté phosphorescente doivent cette propriété au mycelium qu'ils contiennent; toutefois, il paraît établi que des débris décomposés de peuplier et de hêtre peuvent être phosphorescents sans présenter aucune trace de mycelium.

On remarquera que dans tout le règne végétal, ou du moins dans cet ensemble d'êtres qu'on est encore convenu d'appeler ainsi, les champignons sont seuls doués de la faculté d'émettre de la lumière, faculté qu'ils partagent avec certaines formes inférieures de la vie animale, et qui les rattache aux animaux avec les autres analogies tirées de leurs fonctions et de leur substance. Ces singulières productions, à la fois animaux passifs et immobiles, dépourvus de système nerveux, et plantes sans chlorophylle, ne pouvant absorber directement le carbone de l'air, et offrant à l'analyse les éléments du sarcode, n'appartiennent bien à aucune des deux séries, ne sont à leur place dans aucun des deux règnes, de telle sorte qu'on pourrait, sans aller contre la vérité, créer pour eux un règne spécial, le règne fongique !

Changement de couleur. — Un phénomène curieux, qui paraît se rattacher comme le précédent à l'action de l'oxygène, est le changement de couleur que subit la chair de certains champignons lorsqu'on la meurtrit.

Un grand nombre de Bolets présentent ce phénomène, que j'ai retrouvé dans une forme remarquable de *Lactarius* à spores jaunes. Il offre plus ou moins d'intensité suivant que le champignon a cru dans un lieu sec ou humide, et que par suite le principe qui lui donne naissance se trouve plus ou moins dilué.

On s'accorde à considérer comme vénéneux les Bolets qui passent ainsi au bleu (ou au rose) à la moindre rupture ; cependant *Boletus scaber*, qui généralement tourne au rose quand on le froisse, n'a pas une mauvaise réputation. On a proposé plusieurs explications de ce phénomène, qu'on a attribué à la présence de l'aniline, à l'oxydation des surfaces mises à nu, à une altération de l'arrangement moléculaire, à la rupture des cellules livrant passage à un produit qui s'oxyde rapidement en bleuissant.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on est conduit à supposer que le changement de coloration est dû à une matière résineuse soluble dans l'alcool et qui, comme la teinture de Gaïac, possède la propriété de passer au bleu dans l'oxygène ozoné. Il est certain qu'une substance capable d'ozoniser l'oxygène existe dans les Bolets bleuissants et dans un grand nombre d'Agarics à chair immuable ; en effet, si l'on verse sur cette chair de la teinture de *Bol. luridus*, une teinte bleue apparaît aussitôt ; d'où l'on peut conclure, chez les Bolets bleuissants où le phénomène se produit spontanément, à l'existence d'une substance pouvant ozoniser l'oxygène et d'un principe ayant la faculté de changer de couleur sous l'influence de cet oxygène. Quoi qu'il en soit, si l'on admet que l'oxygène ozonisé fait tourner le principe résineux au bleu, la teinte rose que prennent certains Bolets et plusieurs Agarics reste encore inexpliquée.

Développement rapide ; déliquescence. — Le développement du réceptacle se fait dans un grand nombre d'espèces charnues avec une rapidité remarquable. En voici un exemple cité par M. Pouchet : Le *Lycoperdon giganteum*, né d'une spore infiniment petite, et dont la grosseur dépasse ordinairement trente centimètres de diamètre, parvient en une seule nuit à cet énorme volume. Les cellules qui le composent étant excessivement ténues, il en faut une quan-

tité considérable pour le constituer, et, de plus, elles doivent se produire avec une rapidité inconcevable. Le calcul donne pour un individu de Lycoperde ayant ces dimensions plus de 4700000000 de cellules. En fixant à douze heures la durée de son évolution complète, on arrive à la production phénoménale de 400000000 de cellules par heure et de 6000000 par minute. Voilà certes de quoi confondre l'imagination.

Les myxomycètes, bizarres organismes privés de mycelium, qui ne consistent qu'en masses de plasma non renfermé dans des cellules, et que, malgré leurs affinités avec les trichogastres, plusieurs savants ne rangent plus aujourd'hui parmi les champignons, se font remarquer par la rapidité de leur développement. Un spécimen de *Reticularia* a été trouvé par Schweinitz sur un morceau de fer chauffé au rouge quelques heures auparavant. Plusieurs espèces de *Diderma* naissent et se transforment en spores dans la même journée, de sorte que le lendemain, on trouve à côté des masses qui la veille étaient spumeuses et qui n'ont laissé d'autres traces que de petits amas poudreux, d'autres masses qui vont à leur tour passer par les mêmes phases d'évolution.

En général, les champignons qui croissent rapidement sont ceux aussi qui dépérissent très vite; ainsi, tous les Coprins, un grand nombre de Pratelles ont une existence très fugace; quelques espèces naissent le matin pour disparaître avant le soir. Cette destruction rapide du champignon, qui se fait sur place et spontanément, est ce qu'on appelle la déliquescence, ou résolution en eau de la matière qui sert de substratum à l'hymenium et de l'hymenium lui-même. A part cette décomposition, qui est particulière à certaines espèces, et qui a évidemment un but physiologique, celui d'aider à la reproduction de l'espèce en permettant l'infiltration des spores dans les substances nourricières, la plupart des champignons, en en

exceptant le nombre très restreint de ceux qui se dessèchent sur pied au lieu de pourrir, en présentent une autre, qui accompagne la mort du réceptacle, et qui est proprement la désagrégation de ses éléments chimiques, la première manifestation de la putréfaction.

Un commencement de décomposition suffit, en dégageant des principes délétères, pour rendre dangereux les meilleurs champignons.

Certaines formes charnues atteignent parfois un développement considérable; on cite un spécimen de Fistuline hépatique ayant cinq pieds de tour et pesant huit livres; un autre pesait près de trente livres.

Réviviscence du mycelium. — Une question assez controversée et sur laquelle on n'a que peu de renseignements est celle de la réviviscence du mycelium, c'est-à-dire, de la faculté pour cet organe de végéter de nouveau après avoir été desséché. Il est certain que dans un grand nombre de cas, le mycelium peut conserver longtemps sa vitalité à l'état latent; c'est le cas en particulier des sclérotes, chez lesquels une période plus ou moins longue, variant de quelques mois à deux années, paraît nécessaire pour le complet développement des aptitudes vitales. Le mycelium byssoïde de l'agaric de couche pourrait, au dire des auteurs, reprendre vie après avoir été conservé à l'état sec pendant douze et même vingt ans. On aurait ainsi l'analogue de ce qui se passe chez d'autres cryptogames, mousses, lichens, chez les infusoires, qui s'enkystent pour résister aux causes de destruction, et qu'on peut ressusciter après un certain temps de mort apparente, en les plaçant dans les conditions normalement nécessaires à leur existence. Nous disons avec intention mort apparente; car il paraît bien établi qu'il n'y a point mort réelle, puisqu'il n'y a point décomposition des éléments, et que les forces vitales se trouvent seulement engour-

dies. Pour les champignons, en particulier, aucun fait certain ne venant démontrer le contraire, on est autorisé à supposer que la reviviscence du mycelium est absolument impossible après la disparition totale du protoplasma liquide.

Production d'un suc coloré. — Un phénomène physiologique sur lequel il est nécessaire d'appeler l'attention est l'élaboration par certains organismes fongiques, dans des canaux particuliers, d'un suc laiteux le plus souvent coloré. Il y a dans chaque forme un suc propre, généralement aqueux, incolore, insipide ou légèrement acide, qu'il est facile d'exprimer par une simple pression; mais, dans certains cas, ce suc prend des caractères particuliers et se produit dans des vaisseaux, dits lactifères, qu'on ne retrouve plus ailleurs.

Chez les Lactaires, ces canaux, qui abondent dans les hyménophores jeunes et adultes, mais qui se flétrissent dans les vieux individus, courent surtout dans les couches subhyméniales. Leurs parois sont raides et fragiles; les tubes sont longs, flexueux, souvent fourchus et rameux; le lait qu'ils sécrètent est blanc, rouge, orangé ou demi-transparent, quelquefois tournant au vert ou au jaune; dans une espèce au moins, il est subaqueux. Son odeur est analogue dans toutes les espèces; mais avec des nuances suivant que le champignon est inoffensif ou vénéneux; elle se communique aux tissus, et peut servir d'excellent criterium pour reconnaître le genre, lorsque les feuillets ne sont plus ou même ne sont pas sensiblement lactescents. Quant à sa saveur, elle est âcre et poivrée, ou douce et sucrée.

On retrouve de même des canaux lactifères chez les Russules, ce qui prouve bien qu'on ne saurait les séparer des Lactaires; toutefois, il n'y a pas généralement de suc laiteux appréciable. Les caractères génériques des Hygrophores reposent presque exclu-

sivement sur la consistance, qui est aqueuse, et qui, partant, peut faire supposer la formation dans les tissus d'un suc limpide spécial; mais les études qui ont été faites sur leur composition et leur structure ne signalent pas la présence de canaux chargés de produire et de contenir ce suc. Les espèces d'une section de Mycène sont également lactifluents dans le pied; le lait est rouge dans *Mycena hœmatopus*, *M. cruenta*, *M. sanguinolenta*; jaune dans *M. crocata*; blanc dans *M. galopus*. Par les temps humides, j'ai trouvé sur les feuillets de quelques Coprins une sorte d'humeur rosée, qu'il faut peut-être attribuer à un commencement de déliquescence. Enfin, plusieurs Polyporés sont donnés comme ayant des canaux lactifères et un suc coloré spécial.

Couleur des tissus; de la cuticule. — Nous avons vu quelles sont les couleurs principales affectées par l'épiderme des champignons. Ces couleurs sont dues à des pigments spéciaux, mais qui ne se combinent jamais à de la chlorophylle sous l'influence de la lumière, ou qui du moins ne paraissent pas devoir leur origine à cet agent physique. En effet, le degré d'intensité de la coloration n'est pas en relation directe avec l'intensité de la lumière, et il arrive que des formes qui se développent dans des taillis ombreux ou même dans des cryptes obscures sont aussi colorées que leurs congénères qui naissent dans des endroits découverts.

D'après M. de Seynes, l'intensité de la coloration serait en raison directe de la petite taille des hyménophores, ce qui s'explique par l'accumulation plus grande sur un petit espace des granulations colorées qui composent le pigment.

Odeur fongique; odeur spécifique. — L'odeur des champignons, l'odeur fongique comme l'odeur spécifique, paraît être influencée par des circonstances

d'ordre divers, au nombre desquelles il faut placer, et non au dernier rang, la nature du terrain ; en effet, il est certain que les éléments élaborés sont en connexion, sinon de composition, puisque les fonctions vitales s'accomplissent généralement suivant une loi uniforme, au moins de propriétés avec les éléments puisés. La nature de ces propriétés, dans leurs rapports avec le parfum, ne saurait être analysée ; la comparaison avec les propriétés analogues de substances connues est seule permise; et cependant, combien il serait utile pour les descriptions et les déterminations d'avoir une terminologie précise pour définir à la fois le caractère et l'intensité normale des odeurs des champignons, et pour n'être point astreint à dire vaguement : odeur rappelant celle de farine récente, d'anis, d'ail, etc......

Formes tératologiques ; variabilité. — Les champignons sont, comme toutes les formes vivantes, sujets à des variations accidentelles qui tantôt gardent un caractère purement individuel, et constituent simplement des états tératologiques, tantôt perpétuent dans leurs descendants directs, pour un nombre variable de générations, les caractères acquis qui les éloignent du type, et constituent dès lors des races. Les déformations tératologiques sont de deux ordres : les premières portent sur la totalité de l'individu, sans nuire au développement de l'appareil reproducteur ou de l'appareil végétatif ; telles sont les diverses formes monstrueuses que prend avec une facilité rare, qui témoigne d'une grande sensibilité à l'influence des agents extérieurs, le *Laccaria amethystina* Berk. ; les secondes déterminent l'hypertrophie anormale d'une des parties de l'individu au détriment des autres ; c'est à elles qu'il faut attribuer la singulière production décrite dans la *Flore française* sous le nom de *Clavaria thermalis*, qui n'est qu'une condition stérile du *Lentinus lepideus*, ainsi caractérisée par

Fries : forme irrégulière, entièrement rameuse, sans pileus.

Les conditions capables d'influer ainsi sur les formes normales paraissent assez variables; elles se rapportent à diverses circonstances d'humidité, de caloricité, et aussi à la nature du substratum nourricier, au mode d'insertion sur ce substratum, à la station; la privation de lumière paraît, comme nous l'avons dit, n'avoir qu'une action très restreinte.

Quant aux variétés capables de faire souche, elles se caractérisent généralement par des différences moins sensibles, relatives surtout à la taille, à la coloration, à la forme du velum, à l'insertion des organes qui portent l'hymenium ; on ne saurait en faire une étude utile que dans les ouvrages spécialement consacrés à la description des espèces.

Mouvements spontanés ; mouvement sarcodique. — Une curieuse aptitude physiologique que possèdent certains champignons est celle de manifester dans toute l'étendue de leur forme individuelle ou seulement dans une de leurs parties des mouvements ayant un but et une nature variables. La mobilité spontanée de la totalité de l'individu se rencontre exclusivement chez les myxomycètes, organismes spumeux qui, semblables à des amas de gélatine semi-liquide, promènent leur pulpe molle sur leur support, et qui se reproduisent au moyen de spores ambulantes, amas plasmiques dépourvus de toute enveloppe cellulosique, qui s'unissent et reconstituent sans germer l'état primitif.

Ainsi, à ces êtres singuliers, dont l'organisation peut au premier abord paraître assez complexe, en raison de leurs dimensions et de leur aspect, mais qui sont en réalité inférieurs aux formes les plus rudimentaires, puisqu'ils ne comprennent même pas dans leur composition le plus simple de tous les éléments vivants, la cellule, est attribuée une faculté

qu'on regarde d'ordinaire comme l'apanage et la caractéristique du règne animal. Et cependant, chez ces véritables animaux inconscients, qui se meuvent sans l'ombre d'un système nerveux, quoique évidemment en vertu d'une impulsion intrinsèque, la vie est réduite à sa plus simple expression; c'est l'existence pure et absolue, sans utilités, sans fonctions, sans organes, puisque la substance qui les constitue est partout amorphe, homogène, sans aucune différenciation; c'est l'existence qui ne se reproduit pas, mais qui se renouvelle seulement par un cycle aussi constant que la matière elle-même, puisque les individus qu'on serait tenté d'appeler les descendants sont en réalité composés des mêmes éléments que les parents, puisque l'être ne leur a pas été donné, mais seulement conservé, et que la naissance des individus produits marque seulement une étape de plus dans l'évolution de la substance des individus producteurs.

Mouvements des Anthérozoïdes. — La copulation doit souvent son origine à la production dans une cellule spéciale du mycelium d'éléments figurés doués de mouvement qui agissent sur l'organe femelle pour le féconder. Chez les Saprolégniés, par exemple, qui ont pour habitat principal le corps des insectes morts dans l'eau, ces éléments consistent en très petites masses sarcodiques, atteignant à peine le quart du diamètre des spores, qui se munissent d'un cil vibratile à l'aide duquel elles sortent spontanément de l'anthéridie pour pénétrer dans l'oogonie. Cette pénétration se fait suivant un mode constant, par des ouvertures ménagées dans l'enveloppe de la cellule femelle, ouvertures que les anthérozoïdes semblent chercher à tâtons, et dans lesquelles elles insinuent leur cil vibratile, une fois qu'elles les ont trouvées.

Ici les anthérozoïdes paraissent bien évidentes; mais dans certains cas, la nature de petits corps analogues par leurs fonctions, mais dont on distingue moins

facilement le mode d'action, a été et est encore assez discutée entre les savants ; les uns assimilent entièrement ces corpuscules aux anthérozoïdes, non seulement dans leurs aptitudes et leurs propriétés physiologiques, mais encore dans leurs procédés d'évolution et d'influence fécondatrice. Les autres, au contraire, sans nier cette influence, refusent tout mouvement propre aux granulations contestées, et soutiennent avec M. Cornu, que les déplacements bien visibles de ces granulations doivent être exclusivement attribués au mouvement brownien.

La question est difficile à trancher ; en effet, il est évident que les premiers obéissent au parti pris de regarder le mouvement comme un élément indispensable à toute action fécondante ; quant aux seconds, tout en reconnaissant que le mouvement des granulations commence à un moment précis, ce qui semble indiquer l'apparition subite d'une cause active jusque-là latente ; tout en accordant à ce mouvement un caractère bien évident d'irrégularité, ils dénient à l'agent qui le détermine toute spontanéité, et refusent d'y voir autre chose que le résultat d'une action physique, laquelle devrait avoir nécessairement, comme tous les phénomènes similaires, une marche régulière. Où est la vérité ?

Mouvements des zoospores. — Un autre mode de mouvement se rencontre chez les germes animés, ou zoospores, qui, naissant avec l'obligation organique de se développer sur les plantes vivantes, se munissent de cils à l'aide desquels elles se meuvent dans l'eau, dans une simple goutte de rosée, à la surface de l'épiderme, dans lequel elles pénètrent par les stomates pour y développer le mycelium de la plante dont elles sont l'origine. Ce que nous avons dit ailleurs de l'évolution et de la forme des spores ambulantes nous dispense d'entrer ici dans de plus longs détails ; nous allons maintenant étudier le résultat ultime de

leurs pérégrinations, ainsi que les effets de leurs analogues qui, sans être douées de mouvement, ont cependant la même tendance : je veux parler du parasitisme, ce phénomène complexe qu'on définit d'un mot, sans songer à ce qu'a de monstrueux le développement d'un être vivant sur un autre être vivant.

Parasitisme : Saprophytes, Nosophytes, Parasites. — Le rôle des champignons dans la nature est certainement de hâter la décomposition des substances organiques, qui, abandonnées aux seuls agents physiques, ne mettraient que lentement leurs éléments en liberté, et par suite de déterminer le retour de ces éléments au circulus en les éliminant sous des formes qui leur permettent d'être vite absorbés par les animaux ou les végétaux. Le parasitisme peut être considéré comme un excès de cette tendance qui pousse les formes fongoïdes à se développer sur des composés organiques, et dans ce cas particulier, sur des substances encore vivantes. Les champignons deviennent ainsi les analogues de ces innombrables ravageurs du règne animal, qui vivent de proie vivante, et qui deviennent nuisibles par l'excès même de leurs aptitudes à nous servir.

Quoique naissant directement de substances organiques ayant encore tous leurs éléments en puissance, bien qu'elles tendent à se décomposer et que les proportions respectives de ces éléments ne soient plus les mêmes que pendant la vie, il convient de détacher des parasites proprement dits les champignons saprophytes, qui sont plutôt utiles, mais qui se rendent quelquefois nuisibles en désagrégeant des matériaux dont nous avons besoin, le bois, par exemple. La décomposition des matières sur lesquelles s'implantent les espèces saprophytes a lieu par une double action, l'une physique, l'autre chimique. La première distend les éléments anatomiques, sépare les fibres avec une force qu'on serait loin de supposer dans de fragiles

ramifications ; cette force cependant est très réelle, car on a vu des myceliums pénétrer avec la plus grande facilité dans des substances très dures, des pierres, par exemple. La seconde provoque des réactions en absorbant certains éléments, tandis que d'autres, mis ainsi en liberté, retournent en vertu de leurs affinités spéciales aux combinaisons plus simples de la chimie inorganique.

Une classe de champignons est intermédiaire entre les véritables parasites et les saprophytes; c'est celle des nosophytes, espèces qui semblent avoir une prédilection pour les tissus mourants des plantes. L'état morbide des tissus est-il la cause ou la conséquence de l'apparition de ces hôtes qui s'y développent et s'y reproduisent ? C'est là une question délicate qu'il est difficile de trancher ; cependant on peut supposer avec quelque vraisemblance que les champignons nosophytes se conduisent comme les lichens épiphytes, et que leur présence est plutôt l'indice de l'affaiblissement de la constitution des individus sur lesquels ils prospèrent.

Enfin, les parasites proprement dits sont ceux qui se développent sur les tissus sains des êtres vivants, où ils ne tardent pas à manifester les funestes effets de leur accroissement et de leur multiplication. Les parasites qui habitent les végétaux sont répartis en deux classes : les épiphytes, qui naissent sur l'épiderme, et les endophytes, qui pénètrent à travers l'épiderme et implantent leur mycelium dans les couches sous-jacentes ; ceux-ci peuvent être superficiels, en ce sens qu'ils ne tardent pas à percer l'épiderme et à apparaître au-dehors, ou bien permanents, c'est-à-dire, ne devenant visibles que par l'extrémité saillante de leurs filaments fertiles ou grâce à la destruction des tissus.

Pénétration des spores dans les tissus. — Les spores des parasites pénètrent dans leur substratum

nourricier suivant des modes variables. Tantôt le tube-germe entre directement par toutes les ouvertures accidentelles ou normales de la cuticule, et développe en ces points son mycelium qui est généralement grêle et peu ramifié, et qui reste limité à l'endroit où il s'est fixé ; dans ce cas, qui est celui de la plupart des puccinés, les dégâts sont peu considérables. Tantôt le tube-germe, entré dans son hôte comme précédemment, donne naissance à un mycelium abondant et touffu, largement rameux, dont les filaments restent constamment stériles jusqu'à ce que leurs ramifications aient atteint une partie spéciale de la plante où elles se couvrent d'une riche fructification.

Il est bien évident que la présence des parasites qui ont ce mode d'évolution ne se révèle que par la dernière phase de leur développement, qui peut n'apparaître que très longtemps après la germination de la spore, et que, par conséquent, il est souvent trop tard de les combattre au moment de l'apparition des filaments fertiles, puisque toute l'économie est infestée par les fibres stériles vivaces.

Les érysiphés, qui sont des épiphytes, produisent un mycelium de couleur et de forme variables, qui s'étend en rayonnant à la surface des parties attaquées, et en des points particuliers duquel se développent les conceptacles ascigères ou périthèces. L'influence qui détermine l'apparition du réceptacle en des endroits divers du mycelium est encore mal définie. Les Péronospores ont un mode de pénétration à peu près analogue, mais avec cette différence que le mycelium s'insinue dans les masses parenchymateuses que recouvre l'épiderme, et émet ses rameaux sporifères à travers les stomates de la superficie.

On comprend facilement que la lutte directe contre des ennemis qui enlacent si étroitement leurs victimes est impossible, parce qu'en voulant les atteindre on détruirait sûrement les plantes nourricières, qu'on ne peut sauver dès lors qu'en les récoltant hâtive-

ment, avant qu'elles ne soient entièrement infestées. C'est ainsi que le Péronospore infestant, qui s'attaque aux Pommes de terre, infiltre à travers la masse charnue de ce précieux tubercule des ramifications mycéliales qui, en désagrégeant ses éléments, amènent sa prompte décomposition. La victoire sur ce terrible champignon est incertaine, parce que son mycelium a une grande résistance vitale et une extraordinaire aptitude à proliférer, et que les tubercules, affaiblis par l'emploi exclusif de la reproduction agame, sont prédisposés à succomber aux moindres atteintes du mal.

Un grand nombre de champignons parasites, formes parfaites, conditions secondaires ou modifications stériles, byssoïdes et sclérotioïdes, ont une tendance à se développer dans les organes reproducteurs des phanérogames. Ainsi l'ergot de seigle, la carie du blé, le charbon et la plupart des ustilaginés ; mais, tandis que chez l'ergot, le mycelium se développe à l'endroit où la spore a été originairement déposée par le véhicule commun des protogermes, l'air, ce même organe, chez les ustilaginés, présente des phases successives et complexes d'évolution qui peuvent se résumer ainsi :

L'entrée du parasite dans la plante nourricière se fait à une époque où celle-ci n'est pas encore développée, est encore à l'état de germe ; la spore pénètre dans l'embryon où elle produit un mycelium rudimentaire qui s'accroît avec la plante. Quand l'évolution de celle-ci est terminée, l'ustilago, qui s'est jusque-là nourri de sa substance, pousse l'ingratitude jusqu'à stériliser ses germes en produisant dans ses organes floraux les spores qui sèmeront ailleurs le dangereux fléau. Voilà donc en quelques mots l'histoire de ces hôtes néfastes, contre lesquels aucun traitement n'est efficace, qui enlacent de leurs innombrables ramifications les tissus nourriciers, qui les affaiblissent, et qui viennent épanouir leur descendance au sein des organes essentiels à la conservation de la race.

Y a-t-il dans tout le règne animal, pourtant fécond en malfaiteurs de tout genre, un seul ravageur analogue à ces êtres infimes, qui ne sont que des fibres et des spores, à ces infiniment petits que l'œil distingue à peine, et qui courbent leur victime sous leurs mortelles étreintes ? Car le premier résultat de cette ingérence d'un organisme avide et insatiable dans un être vivant est d'amener chez celui-ci des perturbations fatales dans les fonctions de la vie, de supprimer la reproduction et de restreindre l'activité de la nutrition en déformant les organes. Ces déformations sont souvent très sensibles : ainsi les urédinés qui attaquent les euphorbes dessèchent les feuilles de ces végétaux, les tordent, les roulent, les décolorent ; les espèces de *Ræstelia* gonflent et tuméfient les tissus des pomacées qui les nourrissent, et le *Peridermium* qui se développe sur les feuilles du sapin donne aux branches un aspect très particulier; les paysans des Vosges, où ce parasite est fréquent, appellent ces productions anormales rebrousses, pâneurs de sòtré (balais de sorcier, balais du sabbat, balais du diable), en allemand hexenbesen.

Les Algolichens. — Le professeur Schwendener (1) attribue à toute une classe de champignons un parasitisme extrêmement curieux, qui tendrait à faire des lichens des êtres mixtes, n'ayant pas en réalité d'unité individuelle, et composés d'une algue unicellulaire emprisonnée de toutes parts par un champignon proliférant autour d'elle, vivant à ses dépens, et la rendant féconde en lui prêtant pour se propager le secours de sa fructification. Le champignon ne ferait ainsi qu'un avec l'algue, c'est-à-dire, le thallus avec les gonidies, qui représentent, dans cette hypothèse, deux êtres distincts l'un de l'autre, et n'ayant entre eux d'autres rapports que ceux qui

(1) Schwendener, *Untersuchungen über den Flechtenthallus*.

unissent la victime au bourreau. Seulement, ce parasitisme régulier, cette ingérence normale d'un organisme étranger dans la vie d'un autre organisme, loin d'être contraire au développement de celui-ci, serait une condition obligatoire de son existence, de telle sorte que les deux êtres se confondraient par une union intime, divers quant à leur origine et même quant à leur essence, mais concourant séparément au même but.

Cette singulière théorie repose sur quelques principes encore controversés, qui tendent à établir que les relations des gonidies colorées avec les filaments incolores du thallus ne sont nullement démontrées; que la membrane des gonidies diffère chimiquement de la membrane des autres tissus, la première étant analogue aux tissus des algues et la seconde aux tissus des champignons, ce qui semble exclure toute hypothèse de la production de l'une par l'autre ; que toutes les formes de gonidies correspondent respectivement à une forme d'algue ; et qu'enfin la fructification des lichens est absolument identique à celle de la plupart des pyrénomycètes.

Les arguments contre ces diverses propositions ne manquent pas.

Il est certain que la présence du thallus n'exerce sur le dévelopement des gonidies aucune mauvaise influence et qu'elles ne souffrent pas de ce voisinage. N'en serait-il pas autrement si l'un des organes était parasite sur l'autre ? Dans toute la série des êtres, partout où se rencontre un cas de parasitisme, on voit l'hôte étranger se développer aux dépens de sa victime, lui empruntant tous les éléments nutritifs qu'elle avait élaborés pour elle, se les assimilant, la contraignant à un travail forcé qui ne lui profite en rien, qui l'épuise et qui triomphe finalement de sa résistance vitale. Pourquoi les champignons feraient-ils exception à cette loi générale, et d'un autre côté, par un phénomène inexpliqué et sans analogue dans

toute la nature vivante, comment un organe pourrait-il être un parasite d'un corps dont il est une partie constituante et dans lequel il a un rôle physiologique à remplir ?

Des analogies qui unissent entre elles les gonidies des diverses espèces, analogies si étroites que dans de nombreux cas ces organes ne diffèrent à aucun degré dans plusieurs formes de lichens alliées, mais néanmoins distinctes, on pourrait conclure, en adoptant la théorie de M. Schwendener, que les champignons dont le rôle est de se développer en parasites sur des algues n'ont que des préférences très limitées dans le choix de ces algues, et que, grâce à une grande faculté d'adaptation, plusieurs espèces radicalement distinctes peuvent se développer sur une même forme de gonidies. Chaque type spécifique de lichen forme un tout nettement limité, facile à caractériser et très différent des espèce alliées, quelles que soient les affinités qui les unissent; comment admettre dès lors, sinon qu'ils aient tous une commune origine, du moins qu'ils proviennent seulement de quelques souches distinctes, et qu'ils soient le résultat du parasitisme d'autant d'organismes qu'il y a de types sur quelques formes de gonidies? Le supposer serait créer un précédent sans analogue dans toute la série ontologique ; car partout l'espèce est une réalité objective, ou, si on l'aime mieux, un principe actif et constamment semblable à lui-même, se manifestant au dehors par la production d'une forme matérielle qui lui est soumise, et qui ne varie jamais, des ancêtres aux descendants, sauf dans des limites très étroites. Il n'y a donc pas de raison pour penser que les lichens font une exception à cette règle, et que leurs types spécifiques sont à ce point polymorphes qu'un de leurs organes, indéfiniment variable, puisse se développer sur un organe distinct et absolument immuable.

D'ailleurs la réalisation pratique de l'hypothèse des algolichens est assez difficile précisément en

raison des obstacles qu'on rencontre quand on veut séparer rigoureusement la classe des lichens de celle des champignons. Où finit la première ? Où commence la seconde ? Il y a pour relier l'une à l'autre de nombreuses espèces intermédiaires présentant des caractères mixtes et établissant un passage insensible avec leurs réceptacles allongés à peine saillants, leurs apothécies rameuses et leur hypothallus lichénoïde. Il me semble qu'il n'en serait pas ainsi et que les lichens constitueraient un groupe nettement défini, si leur forme était le résultat d'un parasitisme quelconque; en effet, cette genèse de leur existence et de leurs caractères serait tellement différente de tout ce qu'on connaît dans la nature vivante qu'on ne pourrait la comprendre sans l'accompagnement obligé d'un *modus vivendi*, d'un port et d'un aspect très particuliers. Il n'y a pas entre les deux genres de vie, l'autonomie et le parasitisme, d'état intermédiaire ; dès lors, pourquoi des transitions ? et pourquoi pas une limite séparant brusquement l'un de l'autre ? Les lichens qui ressemblent à des champignons, et les champignons qui ressemblent à des lichens sont-ils libres ou parasites ? et, dans ce cas, pourquoi ne présentent-ils pas d'une manière bien évidente la physionomie de la classe à laquelle ils appartiennent ?

Enfin, dernière considération, il est établi que la matière verte des gonidies ne provient pas d'un parasitisme quelconque, mais se développe à l'intérieur des cellules, qui d'abord absolument vides, secrètent peu à peu cette matière à la face interne de leurs parois ; la production est donc intérieure et n'est point le résultat de l'union des cellules gonidiales avec un thallus étranger. Celui-ci est d'ailleurs absolument différent de l'hypha des champignons, qui est mou, à parois minces, non gélatineuses, tandis que la subtance des lichens est résistante, tenace, fibreuse.

D'où il résulte que l'hypothèse du professeur Schwendener, toute ingénieuse qu'elle paraît, ne repose

sur aucune preuve solide, tandis qu'elle a contre elle de nombreux arguments ; et que les champignons et les lichens sont indépendants les uns des autres et vivent de leur vie propre. Si cependant on veut les réunir par des liens plus étroits que ceux qui les joignent sous le double rapport de la végétation et de la fructification, on pourra, par analogie avec ce qui se passe chez les phanérogames, considérer les champignons comme des organismes analogues par les fonctions et les aptitudes aux pétales des plantes parasites aphylles, et les lichens comme des organismes analogues aux feuilles d'une plante chlorophyllée.

Polymorphisme ; métamorphisme. — Puisque nous parlons des phénomènes physiologiques des champignons, il importe de donner ici un court aperçu de la belle théorie du polymorphisme, dont nous citons dans un chapitre spécial les exemples classiques. Avant l'apparition des œuvres de MM. Tulasne frères, et surtout de ce magnifique travail qui s'appelle *Selecta fungorum carpologia*, on regardait généralement toutes les formes de champignons à fructification particulière comme des espèces distinctes. Mais les recherches purement expérimentales de ces savants, faites sans aucune idée préconçue, ont amené un bouleversement complet des idées jusqu'alors reçues, et ont démontré que des formes qu'on regardait comme définitives ne sont que des états, des conditions transitoires d'autres formes plus complexes qui comprennent dans leur évolution plusieurs êtres en apparence distincts.

Cette théorie, qui à son début n'a rencontré que peu d'adversaires, parmi les plus illustres desquels il faut citer le Dr Bonorden et Léveillé, est aujourd'hui presque universellement acceptée. Elle établit, comme nous l'avons dit, qu'un grand nombre de formes auxquelles on attribuait une autonomie spécifique ne sont que des métamorphoses successives d'un même

être, et deviennent ainsi les analogues des états transitoires observés chez les insectes, avec cette différence que les formes larvaires des champignons sont presque toujours fécondes, tandis que chez les larves des insectes la sexualité est souvent nulle, et dans quelques espèces très rares, seulement un peu indiquée.

Il faut distinguer dans le polymorphisme deux modes bien distincts, qui sont : le polymorphisme proprement dit ou simultané, dans lequel les conditions multiples du même individu se développent à peu près en même temps sur les mêmes filaments ou sur un stratum végétatif commun, de telle sorte toujours que la seconde forme de fructification apparaisse avant la disparition de la première ; et le métamorphisme, ou polymorphisme successif, dans lequel les formes alternent et transmettent leur identité individuelle par une suite de générations fécondes dont les représentants ne ressemblent ni à leurs ascendants ni à leurs descendants, naissent après la mort des premiers et périssent avant la naissance des seconds. Ce dernier mode est de beaucoup le plus intéressant à étudier ; mais c'est aussi celui qui prête le plus à l'erreur, en favorisant les inductions théoriques, les *a priori* qui ne sont pas vrais, mais dont, par une extension irraisonnée du principe qui a conduit à l'acquisition des notions certaines que la science possède sur la question, on cherche la démonstration sans tenir compte des chances d'erreurs, telles que la confusion et le mélange des spores dans les semis, et en interprétant avec partialité les faits observés selon qu'ils sont favorables ou défavorables à l'hypothèse mise en avant. Le polymorphisme ainsi compris devient une source d'erreur ; il est à peu près certain aujourd'hui qu'un grand nombre de faits regardés comme vrais sont absolument faux, et il est rationnel de n'accepter comme véritables que ceux qui ont été démontrés expérimentalement et vérifiés à plusieurs reprises. Ces faits sont peu nombreux ;

comme ils sont traités ailleurs, nous n'en donnerons ici qu'un court aperçu d'ensemble. — On regarde généralement les formes à spores naissant en nombre pair sur des basides ou dans des thèques comme définitives ; partant de ce principe, il faut attribuer une autonomie absolue aux basyméniés ou du moins les regarder comme le dernier terme d'une évolution spécifique, si tant est, ce qui est encore problématique, que cette évolution soit réelle. Il convient de faire une exception pour les Trémellinés, qui forment la transition aux clinidés, et dont les cellules fertiles sont dues à des basides de bonne heure tétraséquées, et sont par conséquent monospores ; dans cette famille en effet on a trouvé des formes associées thécasporées, des pézizes, qui sont certainement les conditions parfaites et définitives des réceptacles basidés. Quant aux autres basyméniés, agaricinés, polyporés, etc., la production des spicules en nombre pair au sommet des basides étant normale, on n'a pas le droit de considérer les espèces qui les composent comme transitoires ; mais on n'a pas trouvé encore les formes à spores nues solitaires dont les réceptacles charnus pourraient être la condition ultime. Cependant dans *Agaricus racemosus* Pers., on regarde comme des conidies des corpuscules sporoïdes naissant sur des filaments qui hérissent les stipes. C'est d'ailleurs le seul exemple authentique de polymorphisme chez les formes supérieures, l'ensemencement expérimental des agaricinés ayant donné directement l'hyménophore caractéristique sans l'ombre d'une production féconde intermédiaire.

Chez les parasites clinidés endophytes et épiphytes, de nombreux cas de polymorphisme autoïque et hétéroïque ont été constatés. Parmi les formes les plus communes, nous voyons les urédos, qui se développent sur les feuilles des plantes vivantes en pustules plus ou moins convexes, produire d'abord des urédospores, corps sporoïdes généralement colorés, qui

naissent au sommet de très courts supports ; ces urédospores, au commencement de la saison, émettent un tube mycélien, lequel devient l'origine d'un mycelium qui se couronne encore d'urédospores ; mais vers l'automne, ces spores engendrent d'autres corpuscules reproducteurs, généralement plus gros, qui constituent les plantes qu'on a décrites comme distinctes sous le nom de puccinés, et que nous appellerons avec M. de Bary téleutospores. Les urédospores sont des spores éphémères, c'est-à-dire, devant germer immédiatement après leur production, et incapables de rester longtemps inactives sans perdre leur vitalité ; les téleutospores, au contraire, sont des spores dormantes, ayant la faculté de résister aux froids de l'hiver, par conséquent hibernantes.

Au retour du printemps, elles donnent en germant des hypospores, qui constituent un promycelium, lequel devient l'origine d'une troisième forme de réceptacle, très différente des premières, et beaucoup plus parfaite qu'elles, qui était décrite sous le nom d'écidium, et qui consiste en un peridium membraneux renfermant des spores subglobuleuses. Le cycle dès lors est complet, et les spores d'écidium vont reproduire par leur germination des urédospores. Cependant, dans la plupart des cas, il y a ici une forme intermédiaire de corpuscules sporoïdes, qu'on nomme spermaties, et qui se produisent dans des conceptacles particuliers, ou spermogonies ; le rôle des spermaties est encore inconnu.

Pour nous résumer, nous avons donc ainsi : 1° les urédospores de l'urédo ; 2° les téleutospores de la puccinie ; 3° les hypospores qui donnent naissance à 4° des spermaties auxquelles succède la forme parfaite avec les cupules 5° de l'écidium. — Les exemples les plus certains ont été observés sur l'écidium de l'épine-vinette, dont les urédospores et les téleutospores se développent sur les graminées (Triticum, Agropyrum, Poa, etc.,) et l'écidium sur le *Berberis vulgaris;*

sur *Puccinia straminis* qui habite les Boraginées à l'état d'écidium; sur *P. coronata* Cor., dont l'écidium habite quelques espèces de *Rhamnus* ; sur *Podisoma juniperi*, dont la forme parfaite s'appelle *Rœstelia lacerata* Tul.; sur *Pod. sabinœ*, qui développe le *R. cancellata* sur les feuilles du poirier.

Quoique ces faits soient bien établis, il est certain que le dernier mot sur la question n'est pas encore dit. En effet, il n'est pas rare de trouver le *Puccinia graminis* très loin de tout buisson d'épine-vinette ; faut-il supposer que l'écidium correspondant a une aire de dissémination extrêmement étendue, et que de plus, cette dissémination peut se faire dans un temps très court, puisque les spores de l'écidium sont éphémères ? Ou bien la puccinie ne pourrait-elle produire directement l'urédo ou des téleutospores toujours semblables à elles-mêmes de génération en génération ? Ou bien encore l'écidium qui constitue le but de son évolution peut-il se développer sur d'autres plantes que le Berberis, des Boraginées, par exemple, des Renonculacées ou des Liliacées ?

Chez les Mucorinés, le polymorphisme n'est pas encore établi par des exemples particuliers authentiques; cependant beaucoup d'espèces ont des spores de formes différentes, qui se succèdent et se remplacent par voie de génération directe. La forme la plus ordinaire est constituée par des sporanges auxquels sont souvent adjoints de plus petits sporangioles; les spores qui en sortent donnent naissance à un mycelium sur lequel se développent tantôt des spores hibernantes, à parois épaisses, terminales ou emboliaires, qu'on nomme chlamydospores, tantôt, mais jamais dans la même espèce, des zygospores qui se forment au point de rencontre de deux cellules copulatives, et qui donnent naissance à un promycelium couronné par de véritables hypospores.

Ainsi que nous l'avons dit, les formes à asques

partagent avec les basidés le privilège d'être considérées comme définitives. Selon cette hypothèse, les érysiphés doivent être considérés comme la condition ultime des oïdium acrosporés ; les sphéries, comme les états parfaits de plusieurs mucédinés. Toutefois, dans ce groupe, il y a un polymorphisme beaucoup plus complexe qui comprend souvent jusqu'à quatre formes distinctes de fructification et qui rappelle le métamorphisme des écidiés. Ainsi *Fumago salicina* Tul., dont la forme parfaite est constituée par des périthèces à asques hexaspores, comprend dans son cycle d'évolution : d'abord, des conidies superficielles et disposées en séries moniliformes (*Cladosporium fumago* Link) ; en second lieu, des pycnides remplies de stylospores septées ; en troisième lieu, des spermogonies pleines de spermaties ; enfin, les périthèces caractéristiques de l'espèce. De même *Nectria cinnabarina* Fries développe d'abord sur les petites branches où il croît *Tubercularia vulgaris* Tode, en forme de petits nodules rougeâtres poudreux ; puis *Nœmaspora microspora* Lib., constitué par des spermogonies remplies de spermaties bacilliformes.

Conditions de l'identité spécifique de formes dissemblables. — Le point essentiel pour voir clair dans les phénomènes si complexes du polymorphisme est de déterminer les relations qui doivent unir les formes successives pour qu'on puisse conclure à leur identité spécifique. Qu'il y ait des traits de ressemblance entre les réceptacles de la première condition et ceux qui lui succèdent dans un même cycle d'évolution, c'est ce qu'on ne saurait nier ; mais ces rapports purement extérieurs ne peuvent servir de base à l'établissement des espèces polymorphes. La commune origine des divers états n'admet d'autre preuve directe que la constatation immédiate des faits de la génération, soit que d'une spore produite par un individu naisse un autre individu qui ne ressem-

ble pas au premier, soit que deux réceptacles différents se forment sur un même mycelium.

Mais on ne saurait se dissimuler que cette constatation est très difficile, et ne peut se faire que grâce à un concours heureux de nombreuses circonstances. La germination des pseudospores des pucciniécidiés est facile à suivre en raison de leurs dimensions, puisque plusieurs d'entre elles atteignent jusqu'à deux dixièmes de millimètre en longueur ; mais les difficultés augmentent lorsqu'on recherche le produit du développement des spores d'autres espèces, qui souvent ne dépassent pas 6 ou 7 μ. en diamètre. Comment dans ces conditions établir d'une manière rigoureuse les relations d'une forme avec une autre qu'on suppose en provenir, alors qu'il est presque impossible d'isoler leurs spores, ou de suivre bien loin leur évolution à cause des êtres étrangers, vibrions ou aspergillus, qui envahissent rapidement les cultures ?

Pour les grandes espèces charnues, comme il est impossible de les développer sous le microscope, on doit s'en tenir aux indications fournies par le mycelium, et regarder comme appartenant au même cycle toutes les formes de réceptacles qui apparaissent sur le même stratum végétatif, soit simultanément, soit successivement.

Les chances d'erreur dans l'étude du polymorphisme sont moins nombreuses que celles qu'on rencontre dans l'étude du métamorphisme ; cependant elles ne sont pas nulles. On peut toujours attribuer au parasitisme des phénomènes dont l'enchaînement a pour résultat de rapprocher deux états féconds dissemblables à la fois dans leur forme, dans leur évolution et dans leur produit, et dont l'unité d'essence, bien que très vraisemblable et très probable, n'est cependant pas évidente, au point qu'on ne saurait dire s'ils concourent séparément au même but, ou si l'un d'eux ne vit pas aux dépens de l'autre.

CHAPITRE VIII

THÉORIE DU POLYMORPHISME

Fructification multiple. — Polymorphisme des puccinés. — Polymorphisme de l'aspergillus. — Dimorphisme du Dacrymyces. — Polymorphisme des pyrenomycètes. — Spermaties. — Métamorphisme des écidiés. — Métamorphisme du penicillium.

I. — Polymorphisme simultané

Fructification multiple. — Le polymorphisme est la théorie d'après laquelle certains champignons, tous parasites, auraient simultanément ou successivement plusieurs formes de réceptacles fructifères, émanant, dans le premier cas, d'un stroma commun, dans le second, de myceliums différents.

Les faits sur lesquels repose cette théorie sont, en tant que faits, évidents et palpables; elle a pour elle, de plus, des analogies dans le règne animal, chez les Ténias, par exemple, qui ne parviennent à l'état parfait dans le corps de l'homme qu'après avoir habité, à l'état de cysticerques, la chair du porc; cependant les conclusions qu'on tire de ces faits ne nous paraissent pas encore établies d'une manière indiscutable, malgré l'autorité des savants qui les ont formulées, pour la raison que le phénomène, au moins dans certains cas, pourrait s'expliquer par l'hypothèse du parasitisme d'une des formes sur l'autre, hypothèse à laquelle très peu d'auteurs paraissent avoir songé.

Il convient de dire toutefois que cette hypothèse, toute réelle qu'elle puisse être, trouverait difficilement des arguments en sa faveur dans l'expérience directe, parce que la connexion entre les différentes sortes de réceptacles est souvent si intime qu'il est clair qu'une même souche leur donne naissance et qu'elles sont des organes du même individu, puisqu'elles accomplissent séparément les mêmes fonctions. Quant au polymorphisme successif, il exclut par sa nature toute

idée de parasitisme, puisque les différentes formes du même être ne se trouvent jamais en présence l'une de l'autre.

Les champignons à constitution polymorphe qui prennent toutes leurs formes sur le même mycelium sont dit monoxènes ou autoïques. Lorsque les états différents de l'individu sont dus à ses étapes successives dans les tissus des végétaux qu'il habite l'un après l'autre, le champignon est hétéroïque. Nous allons étudier séparément ces deux catégories d'êtres.

Les coniomycètes épiphytes présentent un certain nombre de cas de dualisme, dont quelques-uns, en raison de leur fréquence, ont été bien connus des premiers mycologistes, qui ne pouvaient les expliquer que par l'hypothèse du parasitisme.

Polymorphisme des Puccinés.—Plusieurs sont cités par de Candolle (1). Ils se rapportent à la Puccinie des ronces et à la Puccinie des roses, *Phragmidium mucronatum* et *Phragmidium bulbosum* Fries, avec lesquelles on trouve souvent associée une forme d'uredo; à l'*Uromyces valerianæ* D C, qui a deux sortes de pseudospores, les unes, les plus nombreuses, ovoïdes subglobuleuses, munies d'un court pédicelle, les autres, qu'on ne trouve que dans les pustules où l'épiderme est rompu, claviformes, rétrécies à la base et munies d'un pédicelle très distinct; à l'*Uredo miniata* Pers., dont les pseudospores sont également dimorphes, les unes sphériques, assez grosses, les autres ovoïdes ou turbinées, portées sur un pédicelle bien apparent; enfin au *Trichobasis rubigo-vera* Lév., qui est en relation bien évidente avec le *Puccinia graminis* DC., qui lui succède, et dont on trouve parfois les pseudospores mélangées avec celles de l'uredo dans les mêmes pustules.

L'opinion que la puccinie n'est que le dernier état de

(1) *Flore française.*

l'évolution des spores du premier parasite, qui se diviseraient par une cloison en deux loges, n'est pas justifiée par l'expérience. Il est à remarquer en outre que les unes et les autres constituent des spores parfaites et susceptibles de germination.

Les relations entre les deux formes ne sont pas encore bien connues, et on ignore comment l'une procède de l'autre ; les savants qui se sont occupés de la question s'accordent cependant à les considérer comme les corpuscules reproducteurs du même type, divers, il est vrai, dans leur aspect et dans leur mode de production, mais identiques dans leur destination, qui est la propagation et la conservation de l'espèce dans les conditions qui laissent le moins au hasard, c'est-à-dire, avec la plus grande abondance possible de germes.

Polymorphisme de l'Aspergillus. — Une moisissure commune, l'*Aspergillus glaucus* Link, présente deux sortes de corps reproducteurs (Fig. 40), dont M. de Bary (1) a suivi l'évolution respective, et dont nous allons brièvement indiquer le mode de développement.



Fig. 40. — Dimorphisme de l'*Aspergillus*.

Cette moisissure appartient à l'ordre des hyphomycètes et à la famille des mucédinés; elle couvre de larges touffes floconneuses d'un vert glauque la surface des fruits charnus à demi-décomposés. Le mycelium est constitué par de nombreux filaments très ténus, allongés, obtus, arrondis, divisés en vésicules linéaires ou cellules pleines de protoplasma, et s'accroissant par l'extrémité; les cellules sont d'abord absolument remplies par la masse plasmique, laquelle est homogène, incolore et transparente ; mais bientôt il se forme à l'intérieur de

(1) De Bary. *Sur la moisissure et la fermentation*, 1872.

grandes vacuoles aqueuses constituant des vides lacunaires dans les utricules.

Des filaments superficiels du mycelium naissent des ramuscules nombreux, plus gros, dressés, raides, presque jamais divisés et rarement cloisonnés ; ils atteignent en longueur environ un demi-millimètre. Quand ils sont arrivés à ce point de développement, leur extrémité supérieure libre s'arrondit, se renfle, et de toute la circonférence naissent des protubérances rayonnantes qui prennent une forme ovale ; ces protubérances constituent les spicules ou stérigmates. A l'extrémité de chaque stérigmate naît une petite cellule qui se remplit de protoplasma, et ne tarde pas à s'isoler par une cloison pour devenir une conidie.

Entre la conidie et le stérigmate une nouvelle vésicule se forme, qui devient bientôt une spore isolée comme la première, et la production des corpuscules reproducteurs se continue dans le même ordre, de telle manière toujours que les plus anciens soient les plus éloignés du stérigmate.

Dans les specimens normaux, chaque chaîne peut comprendre dix spores et davantage. Tous les stérigmates naissent en même temps, et suivent une marche absolument semblable dans la production des conidies. Celles-ci se détachent à la maturité ; mais la succession se continue à la base de la chaine.

Les conidies mûres sont constituées par une utricule de forme sphérique ou ovale, remplie d'un protoplasma incolore renfermé dans une épispore ponctuée.

Le mycelium qui donne naissance aux filaments conidifères produit par sa végétation normale une seconde sorte de fructification. Il émet de petites branches fines et délicates, invisibles à l'œil nu, qui ne prennent pas un bien grand accroissement, et qui se terminent brusquement d'abord en tire-bouchon, puis en forme de vis creuse.

L'extrémité ainsi contournée ne tarde pas à se transformer, par une série de modifications, en un réceptacle ascigère qui s'accroît par une abondante production de cellules jusqu'à devenir bien visible à l'œil ; une grande partie de ces cellules se transforment en asques dans lesquels naissent huit sporidies, bientôt mises en liberté par une déhiscence spontanée du conceptacle.

Ce conceptacle, qu'on représentait comme appartenant à une espèce d'*Eurotium*, peut être considéré comme la forme à sporidies de l'*Aspergillus*, puisque son support émane du mycelium qui donne naissance aux filaments terminés par des chaînes de conidies.

Dimorphisme du Dacrymyces. — La connexion entre le *Dacrymyces urticæ* Fr. et le *Peziza fusarioïdes* Breck était connue dès 1840, époque où M. Tillette de Clermont-Tonnerre fit connaître (1) les rapports qui unissent ces deux plantes. Le dacrymyces est constitué par de petits tubercules orangés, gélatineux, tremelloïdes, de la grosseur d'une tête d'épingle, qui habitent les vieilles tiges d'ortie, et qui laissent échapper à la maturité une grande quantité de corpuscules déliés, linéaires, produits sur des filaments délicats, ramifiés ; il est certain que ces tubercules ne sont que la forme à spores nues de la pézize correspondante, laquelle a absolument la même taille et la même couleur, mais dont les organes reproducteurs sont constitués par des asques et des sporidies.

De même le *Bulgaria sarcoïdes* Fr., autre champignon discomycète, qui habite le vieux bois décomposé, est la condition ascigère d'un type polymorphe dont la forme à conidies, qui ressemble à une massue

(1) Tillette de Clermont-Tonnerre. *Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France*, 1840 , tome I, p. 109.

et est de consistance gélatineuse, était d'abord rangée comme une espèce indépendante parmi les Trémelles.

Polymorphisme des Pyrénomycètes. — C'est surtout dans les Pyrénomycètes qu'on trouve le plus grand nombre de cas de polymorphisme. Déjà en 1856, (1) Montagne distinguait, dans les caractères de cette famille, deux sortes de corps reproducteurs, les uns, appelés sporidies, renfermés dans des asques cylindriques ou pyriformes, d'apparence variée, transparents ou opaques, les autres, spores nues ou acrogènes, c'est-à-dire, non renfermées dans des thèques, entiers ou d'apparence septée, jaunâtres ou fauves, d'abord enfermés dans des sporophores particuliers, puis chassés au dehors dans une masse gélatineuse, ou *magma*, d'apparence bouclée ou globuleuse.

D'après Fries, les premiers doivent être considérés comme les spores ordinaires, les seconds comme des spores anormales. Cependant leur constance et leur réunion fréquente sur le même *stratum* obligent à les regarder comme les germes reproducteurs du même corps, différant dans leur constitution et dans leur genèse, mais ayant nécessairement même but et même destination. Les observations de MM. Tulasne sur un grand nombre d'espèces de ce groupe ont apporté une grande lumière dans la question, et ont révélé souvent l'existence de trois et quatre formes différentes de fruits appartenant au même type spécifique et émanant tantôt d'un stroma commun, tantôt de myceliums distincts et séparés.

Dans la famille des Périsporiacés, le genre *Erysiphe* présente un cas de dualisme bien observé. Le mycelium de l'*E. graminis* D C. se développe sous forme de couche filamenteuse blanchâtre sur les tiges

(1) MONTAGNE. *Sylloge generum specierumque cryptogamarum*, p. 199.

et les feuilles de certaines graminées, et émet, dans sa première forme, des filaments dressés, qui se divisent bientôt à leur extrémité en spores subglobuleuses ou conidies, lesquelles constituent la forme caractéristique de l'oïdium correspondant, tandis que la fructification de l'érysiphé est constituée par des thécaspores renfermées dans des asques au sein d'un périthèce corné indéhiscent.

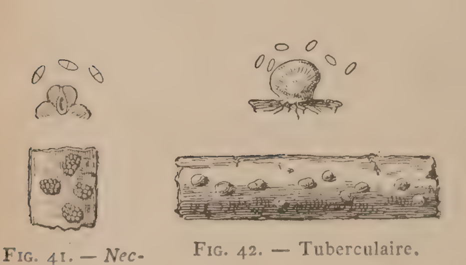
Il est vraisemblable, par analogie, que l'oïdium de la Vigne n'est aussi que la condition à spores nues d'un érysiphé dont la forme à périthèces ascigères est encore à découvrir. D'autres oïdiums sont les formes conidiifères d'espèces qui présentent, suivant les observations du Rév. M. J. Berkeley, jusqu'à cinq sortes différentes de fruits, produits d'abord dans les thèques de l'érysiphé, puis dans d'autres sporanges distincts, dans des pycnides, et enfin sur des carpophores particuliers.

Un exemple familier de polymorphisme simultané se rencontre dans un Sphériacé qui habite avec sa forme à conidies les petites branches tombées à terre ou les rameaux desséchés encore sur pied, le *Nectria cinnabarina* Fr. (Fig. 41). Le réceptacle correspondant est constitué par de petits filaments agglutinés ensemble de manière à présenter une masse un peu coriace, d'un beau rouge, en forme de nodule arrondi, chargée d'une poussière rose farineuse, et portant dans cet état le nom de tuberculaire (Fig. 42). Les nodules naissent d'un mycelium caché sous l'écorce; ils percent l'épiderme de la plante nourricière et apparaissent distants l'un de l'autre de quelques millimètres.

Tout autour de chaque globule de la Tuberculaire, et parfois aussi en amas distincts, apparaissent des périthèces d'un rouge brillant, plus petits, ouverts au sommet par une ostiole parfois plus distincte. Les filaments de la tuberculaire se terminent par des conidies oblongues; les périthèces du *Nectria* sont pleins d'as-

ques contenant des sporidies. Une apparence et une organisation si différentes semblent écarter toute idée de parenté entre les deux productions. Et cependant elles sont unies par des liens bien étroits, puisqu'il est indiscutablement établi qu'elles constituent les organes reproducteurs d'un même individu.

Si nous écartons, en effet, l'écorce de la petite branche qui leur sert de support, nous verrons que les tubercules et les périthèces sont produits sur les filaments ramifiés d'une seule et même couche mycéliale. Il est à remarquer que la forme à conidies de



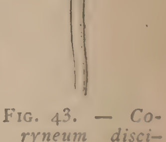


Fig. 41. — *Nectria cinnabarina.*

Fig. 42. — Tuberculaire.

Fig. 43. — *Coryneum disciforme.*

cet être complexe qui comprend dans son cycle d'existence une tuberculaire et un sphériacé est beaucoup plus commune que la forme ascigère, et qu'elle peut exister seule. Les perithèces du *Nectria* n'apparaissent ordinairement que fort tard dans l'hiver, alors que plusieurs des disques compacts émanés du mycelium commun commencent à se dessécher.

Ce cas de polymorphisme est loin d'être isolé. Dans le genre *Melanconis*, les formes associées sont souvent au nombre de trois ou quatre. Le *M. lanciformis* Tul. (1), par exemple, présente quatre sortes

(1) Tulasne. *Selecta fungorum carpologia.*

de germes reproducteurs, à savoir : des conidies, qui constituaient le *Coryneum disciforme* Corda (1) (Fig.43); des stylospores appartenant au *Coniothecium betulinum* Corda ; des pycnides, nommées *Hendersonia polycistis* B. et Br. (Fig. 44) ; enfin des asques contenus dans un périthèce qui formait le *Sphæria lanciformis* Fr. La connexion de l'*Hendersonia* avec le *Melanconis* a été établie en 1857 par M. Currey, qui regardait la première plante, reconnaissable à des amas de spores réunies en masses noires gélatineuses, comme une forme anormale de *Sph. lanciformis*.

Parfois, les formes conidiifères des Sphéries polymorphes prennent les caractères des moisissures, et alors les périthèces se développent parmi les filaments fructifères. C'est ainsi qu'une espèce d'*Epochnium*, qui vit en parasite sur certains Théléphorés du genre *Corticium*, présente au milieu de ses ramifications chargées de spores nues les peridiums du *Sph. Epochnii* Berkeley et Br. — Ceux-ci sont d'abord d'un vert pâle, ramassés au centre du parasite, granulés ; ils s'ouvrent au sommet par une ostiole. Les sporidies sont d'abord uniseptées, et chacune de leurs loges renferme deux nucleus. La connexion de l'*Epochnium* avec les réceptacles ascigères paraît bien établie.



Fig. 44. — *Hendersonia polycistis.*

On trouve sur les bords du stroma de *Camillea mucronata* M., à côté des périthèces normaux et caractéristiques de l'espèce, lesquels sont disposés en séries circulaires, s'ouvrent par une ostiole et renferment des asques cylindriques, gélatineux, déliquescents, mêlés à des paraphyses capillaires, et octospores, d'autres périthèces qui semblent s'y développer en parasites, qui rappellent par leur forme ceux de

(1) Corda. *Icones fungorum hucusque cognitorum.*

Sphæria acuta Hoffm., et qui sont remplis d'une quantité innombrable de spores simples et très petites. M. Tulasne pense qu'ils constituent une seconde forme de fructification, des spermogonies, par exemple, donnant naissance à des spermaties; toutefois, il n'est pas absolument prouvé qu'ils ne sont pas une espèce distincte et autonome.

L'*ascospora dothideoïdes* Mont., de l'ordre des Phyllostictés, présente aussi un caractère composite dans ses corpuscules reproducteurs, qui semble apporter un argument en faveur de l'opinion de M. Tulasne sur le polymorphisme. Il en est de même du *Diplodia heteroclita* D R. et M., de la famille des Sphœropsidés, qu'on reconnaît à sa station hypophylle, à ses périthèces ouverts au sommet par une déhiscence fendillée, et à ses spores fauves, d'abord continues, puis biloculaires.

Dans plusieurs espèces de *Rhytisma* qui habitent les feuilles du saule, du chêne, de l'érable, le stroma est originairement formé par une pulpe mucilagineuse noire, pleine de spermaties linéaires ou globuleuses. Ces spermaties sont chassées avant la production des organes sporifères; aussitôt après leur émission, le stroma s'épaissit pour donner naissance aux asques et aux sporidies. Il est permis d'admettre que les spermaties ont des relations avec les spores fertiles qui leur succèdent; ce qu'on ignore, c'est la nature même de ces relations, qui est subordonnée à l'importance et au véritable rôle physiologique des spermaties.

Plusieurs formes d'*hysterium* possèdent également des spermaties qui naissent dans des conceptacles particuliers, ou spermogonies; ces spermogonies se distinguent des périthèces ascigères auxquels elles sont mélangées par leur taille plus petite et par leur forme ovoïde.

Elles sont analogues aux spermogonies des Lichens, amas poudreux qui se trouvent ordinaire-

ment sur les tranches latérales du thallus, avec cette différence que l'hypothallus est ici remplacé par un substratum mycélial. Elles existent concurremment avec les périthèces à asques ; mais elles sont expulsées avant la maturité des spores.

Les réceptacles sont souvent accompagnés de petites stylospores oblongues, semblables pour les dimensions aux sporidies normales, constituant des germes reproducteurs particuliers, naissant sur des spicules dans des pycnides, et existant seules ou mélangées avec des spermaties.

Le *Mazzantia Galii* Mont. est un Sphériacé qui habite les tiges mortes de plusieurs Gaillets. On le reconnaît à son stroma oblong, convexe, hetérogène, sclérotioïde, formé de cellules polymorphes pellucides, noir à l'extérieur, blanc à l'intérieur, recouvert par l'épiderme de la plante nourricière.

Ses périthèces sont creusés, membraneux, pâles, d'abord très petits et invisibles à l'œil nu, munis d'une ostiole distincte, et contenant les spores amassées en un noyau gélatineux, obscur. Sur le stroma naissent deux sortes de fructifications bien distinctes: les unes, spermaties, sont linéaires, courtes, bacilliformes, renfermant de chaque côté un globule arrondi, oblong, renfermées dans des spermatophores qui convergent de la périphérie au centre, enfin libres et chassées au dehors dans un magma gélatineux ; les autres, sporidies, sont oblongues, presque semblables aux spermaties, enfermées huit par huit dans des asques brièvement claviformes et très serrés. Les spermaties sont linéaires-oblongues, longues de $0^{mm}01$, épaisses dans leur contour de $0^{mm}0035$, tantôt jaunâtres et entièrement remplies de protoplasma, tantôt renfermant à chaque extrémité, comme les spores de *Phoma*, une sporule ou une gouttelette d'huile arrondie. Les asques sont cylindriques, subclaviformes, longs de $0^{mm}05$ et renfermant chacun huit sporidies oblongues, uni-bisériées, jaunâtres, longues de $0^{mm}0075$,

renfermant à chaque extrémité un globule à peine visible.

Cette plante a été l'objet de longues et patientes recherches de la part du Dr Montagne, qui l'a étudiée non seulement dans ses collections particulières, mais encore sur les échantillons desséchés par les soins de Desmazières, Mougeot et Nestler, Fries, Guépin, Castagne. Tous les specimens examinés n'ont pas fourni de spermaties ou en ont donné dans des conditions spéciales : « Dans les specimens de Fries, dit Montagne, j'ai trouvé des spermaties, et non des asques, mais celles-là moins distinctement oblongues, plutôt de forme naviculaire, c'est-à-dire, atténuées aux deux extrémités, d'un jaunâtre obscur et pâle, non transparentes, distinctement globulifères à chaque extrémité. J'ai rencontré des corpuscules semblables dans les échantillons de Guépin, mais absolument continus, ne présentant pas de globule à l'extrémité, enfermés dans des spermatophores longs de 0mm03 à 0mm04. J'ai trouvé des asques et des sporidies dans les specimens de la même plante communiqués par Castagne, lesquels portaient aussi des spermaties sur un stroma distinct. Enfin, dans les échantillons de Desmazières, je n'ai rien trouvé que des asques octospores et bien développés. » Quoi qu'il en soit de cette dernière observation, la présence de sporidies simultanément avec les spermaties est indiscutable.

Spermaties. — Les spermaties se rencontrent non seulement dans les formes inférieures, mais encore dans certains genres appartenant aux familles supérieures, chez les Trémelles, par exemple. D'après les observations de M. Tulasne, elles sont produites au sommet de filaments semblables à ceux qui portent les basides, mais ramifiés au sommet ; elles sont très petites, sphériques, lisses, atteignant au plus 0mm002, sessiles, solitaires ou groupées par trois ou

quatre au sommet des filaments qui les supportent.

Ces filaments sont parfois mélangés avec les fils qui portent les cellules sporifères, et ne s'en distinguent que par leurs extrémités ramifiées ; souvent, la couche spermatifère occupe exclusivement certaines parties du végétal, auxquelles elle donne une apparence orangée très brillante.

Toutes les tentatives faites pour obtenir la germination de ces corpuscules ont été inutiles.

Dans le *Dacrymyces*, il y a aussi des corps globuleux particuliers, qui ne sont point susceptibles de germination, et dont la naissance présente de curieuses particularités. Ces corps étaient appelés sporidioles par Léveillé; M. Tulasne pense que par analogie on peut les regarder comme des spermaties. Ils sont produits sur des filets déliés et très courts, qui émanent de spores normalement formées, lesquelles, malgré l'identité absolue de leur composition et de leur structure avec celles des basidiospores, sont évidemment appelées par une obligation organique à remplir des fonctions spéciales; elles ne germent pas.

Les filets qui supportent les spermaties restent attachés à la spore après la chute de ces organes; ils en produisent jusqu'à l'épuisement complet du protoplasma renfermé dans l'épispore. Ils ne sont pas disposés dans le même plan; ils sont le plus souvent implantés sur un même côté, généralement le plus convexe, de la spore qui lui donne naissance; cette apparence toutefois est difficilement visible, en raison de l'extrême petitesse des objets considérés.

Dans certaines espèces, par exemple, dans le *Tympanis conspersa* Fr., les spermogonies, qu'elles constituent ou non des réceptacles à spores, se rencontrent plus fréquemment que les fruits complets. Elles en diffèrent considérablement; toutefois, il n'est pas prouvé que les premières fassent place aux secondes, ou qu'il y ait entre les deux formes des

relations sexuelles. Si l'on admet cette dernière hypothèse, il faut convenir en même temps que ces relations sont subordonnées à un concours de circonstances rarement réunies.

Quand les spores succèdent aux spermaties, elles entourent le plus souvent les spermogonies. Les stylospores qu'on trouve parfois mêlées aux spermaties paraissent constituer des organes reproducteurs, et sont susceptibles de germination.

Les ramifications des lobes de *Bulgaria inquinans* Fries, petit champignon charnu pézizoïde, deviennent, à la partie supérieure du tubercule, des réceptacles remplis de spermaties incolores, et de stylospores un peu plus grandes et presques noires. Dans l'*Hysterium*, ainsi que nous l'avons dit, on trouve des spermaties mélangées avec des réceptacles ascigères, mais elles disparaissent avant la maturité des sporidies.

De cette connexion constamment observée des deux formes, et de leur réunion simultanée sur un même mycelium, il semble qu'on peut conclure à leur identité spécifique, et les regarder comme des spores normalement fertiles, destinées à reproduire l'individu par des procédés différents.

Cette hypothèse est-elle la véritable? En d'autres termes, les spermaties contiennent-elles en principe, comme les spores caractéristiques qui leur sont associées, l'individu dont elles proviennent, et constituent-elles des germes supplémentaires, créés par la nature pour compenser l'insuffisance des agents ordinaires de la reproduction? Ne seraient-elles pas plutôt, comme leur nom semble l'indiquer (1), des organes mâles analogues aux anthérozoïdes?

(1) Les cystides, qu'on trouve mélangées aux basides sur l'hymenium des agaracinés, ont aussi été considérées comme des organes mâles, et décrites par Hoffmann et Corda sous les noms de *spermatia* et de *pollinaria*. Il n'y a pas lieu toutefois de leur accorder des fonctions sexuelles, et il faut plutôt les considérer comme des basides normalement abortives et stériles.

Cette opinion est appuyée sur deux faits qui paraissent probants, d'abord, l'impossibilité de faire germer ces corpuscules, en second lieu, leur apparition précédant toujours soit la naissance, soit la maturité et l'émission des spores normales. D'un autre côté, que l'on admette ou non le rôle fécondateur des spermaties, il est jusqu'à présent impossible de déterminer l'organe femelle sur lequel ce rôle pourrait s'exercer.

Certains organes rangés parmi les spermaties ont été reconnus susceptibles de germination, absolument comme les spores ordinaires, au nombre desquelles il faut nécessairement les ranger, si l'on admet que le caractère distinctif des spermaties soit d'être absolument privées de cette faculté. L'existence de ce caractère n'est pas encore démontrée, et elle ne peut l'être qu'autant que la nature mâle des spermaties sera clairement établie; en effet, il est toujours permis de supposer que, si elles se montrent rebelles à la germination, c'est que les conditions requises pour l'obtenir ne sont pas remplies.

De récentes expériences de M. Cornu tendent à démontrer que les spermaties ne sont qu'une forme particulière de spores normalement fertiles et capables de germer. Cette hypothèse a pour elle au moins une analogie dans ce fait que des pycnides remplies de stylospores précèdent dans certains sphériacés l'apparition des réceptacles ascophores. Quant à l'hypothèse d'une influence fécondatrice, et de mystérieuses relations sexuelles qui existeraient entre les spermaties et un organe femelle encore inconnu, elle paraît infirmée par une expérience de M. Tulasne, qui a obtenu des pseudospores fertiles d'écidium sans aucune trace de spermaties.

De plus, rien de ce qu'on sait sur la fécondation dans les champignons ne vient donner droit à l'hypothèse de la nature mâle des spermaties. En effet, l'influence des corpuscules fécondateurs, dans tous les cas où elle a été observée, a lieu alors que la plante

est encore réduite à la végétation mycéliale, de telle sorte qu'on peut considérer l'hyménophore tout entier, qu'elle que soit sa forme, comme le produit de la copulation. Il n'y a donc pas d'influence fécondatrice directe sur la spore, ou, si l'on veut, sur le rudiment de la spore, sur la cellule primordiale qui correspond à l'ovule des phanérogames, alors que celle-ci se développe sur son support ou dans un conceptacle. Par conséquent, en l'absence de tout fait précis tendant à démontrer le contraire, il est impossible d'assimiler les spermaties aux anthérozoïdes.

II. — Formes alternantes

Métamorphisme des Écidiés. — Les champignons polymorphes hétéroïques, qu'on pourrait appeler champignons à métamorphoses, sont ceux qui prennent toutes leurs formes sur des êtres différents, ou parfois sur le même individu, mais alors de telle manière que les états différents ne se trouvent jamais en présence l'un de l'autre au même degré de développement. Ce phénomène est l'analogue de celui qu'on connaît dans le Règne animal sous le nom de génération alternante, avec cette différence toutefois que les transitions ne sont pas ordinairement sensibles, et qu'on ne connaît pas les relations qui existent entre chaque forme et celle qui lui succède.

Aussi la certitude est-elle ici moins complète que dans les phénomènes du polymorphisme simultané, parce que les preuves de connexion ne sont fournies que par une expérience indirecte. De plus, dans la plupart des cas, le champignon offre dans ses états successifs des moyens de reproduction différents. Ce n'est pas là toutefois, malgré l'apparence, un argument à opposer à l'hypothèse que ces états appartiennent au même être, pour la raison que des faits

analogues ont été observés dans le règne animal, où certaines larves, fécondées ou non par l'influence mâle, sont douées de fonctions reproductrices. Nous allons rapporter quelques-uns des faits qui viennent à l'appui de cette hypothèse.

On rencontre sur la surface inférieure des feuilles, et quelquefois sur les baies de l'épine-vinette, une espèce d'écidium, *Æ. berberidis* DC., dont les pustules se montrent en groupes qui colorent en rouge toute la partie qu'ils occupent, et qui est caractérisée par des tubercules jaunâtres, croissant sans s'ouvrir jusqu'à quatre millimètres, et enfin se déchirant au sommet en une ouverture circulaire dont le bord a cinq ou six dentelures; les tubes sont cylindriques, droits, d'un jaune orangé; les pseudospores renfermées dans la cupule sont de la même couleur, brillantes.

Cette plante, qu'un observateur non prévenu prendrait pour une espèce parfaitement autonome, puisqu'elle possède tous les caractères d'un être parfait, à savoir des organes de nutrition, des fibres mycéliales, et des organes de reproduction, des spores parfaitement susceptibles de germination, n'est cependant qu'un état transitoire relié à un autre état, une condition d'une forme plus complète et plus complexe, dont l'évolution totale comprend dans son cycle le développement d'un autre être aussi bien doué que le premier, la puccinie des graminées.

La connexion de l'écidium et de la puccinie a été démontrée en 1865 par M. de Bary, dont l'attention avait été attirée sur ce sujet par la croyance généralement répandue que la nielle est plus abondante au voisinage des buissons d'épine-vinette; voici le résumé de ses observations. Des spores dormantes cloisonnées de puccinie furent récoltées sur le paturin des prés et le chiendent commun, et placées avec les fragments de feuilles où elles s'étaient développées dans une atmosphère humide; ces spores dormantes ne tardèrent pas à émettre les filaments

qui caractérisent la première phase de la germination; les filaments-germes se couronnèrent de sporules, comme à l'ordinaire. Les sporules ainsi formées furent placées sur de jeunes feuilles d'épinevinette; et bientôt le tissu utriculaire superficiel de ces feuilles fut traversé par les filaments-germes.

Ceux-ci devinrent l'origine d'un mycelium, qui, après avoir végété pendant dix jours, se couvrit de spermogonies, qui se montrèrent sur les deux surfaces de la feuille. Toutefois, les feuilles étant mortes à cette époque, l'évolution du parasite s'arrêta à la phase spermogonoïde. Une seconde expérience, faite encore avec des spores dormantes développées, démontra que, dans la culture artificielle, aux spermogonies succèdent les cupules de l'écidium, absolument comme chez les individus normalement développés. Il faut donc admettre que ceux-ci doivent leur apparition, à l'état spontané, à la germination des pseudospores de la puccinie.

Reste à savoir si l'espèce connue et déterminée sous le nom d'*Æ. berberidis* est bien la condition à péridiums du *Puccinia graminis*, et si celui-ci ne peut pas engendrer sa forme parfaite sur un végétal quelconque ; si, en d'autres termes, l'être attaqué détermine la forme du parasite, ou si le parasite doit attaquer un organisme capable de lui fournir les éléments nécessaires à la formation de ses caractères, et au mode de développement qui lui est propre.

Sans nous appesantir sur cette question, nous appellerons l'attention du lecteur sur ce fait que les divers végétaux d'une même espèce sont souvent infestés d'un parasite particulier et déterminé, tandis que les plantes qui vivent dans leur voisinage n'en présentent aucune trace.

J'ai eu moi-même occasion de constater ce fait plusieurs fois, notamment dans une grande prairie tourbeuse pleine de Fritillaires, où tous les individus de cette espèce de Liliacée présentaient de larges taches

dues à la présence d'un parasite roux, alors que les herbes voisines étaient absolument indemnes. Ce parasite était vraisemblablement un écidium; je ne saurais toutefois préciser, n'ayant pas vu la dernière phase de son développement.

On sait que les formes spécifiques caractéristiques des coniomycètes épiphytes sont constantes, et seulement variables dans des limites très étroites, au point que deux espèces différentes peuvent attaquer le même végétal, ce qui n'aurait évidemment pas lieu si la diversité des formes était due à la diversité des aliments puisés.

M. Cooke a donné les figures des cellules et des pseudospores de deux espèces d'écidium, *Æ. graveolens*, trouvé par Shuttleworth à Berne en 1833, et *Æ. berberidis*, croissant tous deux sur le *Berberis vulgaris*. Les pseudospores du premier sont moins allongées, disséminées, et non rassemblées en grappes; elles mesurent en diamètre environ le double du diamètre des autres; elles accusent une odeur tranchée, forte, désagréable.

Pour citer un autre exemple, le Dr Montagne (1) a déterminé une puccinie à pseudospores groupées, étroites, oblongues, obtuses, à peine rétrécies au milieu, munies d'un long pédicelle incolore, qui croît parmi les cupules de l'*æcidium berberidis*, sur les feuilles de *Berberis glauca*, au Chili.

De ces deux faits on peut conclure, à mon avis, que l'*Æ. berberidis* est bien une espèce constante à la fois dans sa forme et dans son habitat, incapable de vivre sur une autre plante que celle où on la trouve d'ordinaire, et, par suite, que, ses relations avec la puccinie des graminées étant bien établies, elle est la seule condition à péridium de cette puccinie.

(1) *Historia fisica y politica de Chile*, por Claudio Gay. — *Plantas cellulares*, por Cl° Montagne. — Voyez aussi Montagne, *Sylloge cryptogamarum*, p. 314, n° 1158.

M. le professeur Œrsted a répété l'expérience de M. de Bary sur les relations de l'écidium de l'épine-vinette avec la puccinie des graminées, et a obtenu les mêmes résultats. Nous avons vu que cette puccinie n'est pas seulement hétéroïque, mais qu'elle possède encore, concurremment avec ses pseudospores caractéristiques, des urédospores, ou spores uniloculaires sessiles, qui constituent l'urédo correspondant, ou Rouille du blé.

Si l'on admet que les spermaties ne sont pas des organes mâles, mais une forme particulière de fruits, on trouvera pour une même espèce cinq sortes de fructifications, puisque les spores normales ne donnent pas naissance à la forme la plus élevée, laquelle ne doit son origine qu'à des germes particuliers, qui pénètrent dans le tissu de l'épine-vinette après le sommeil hibernal, pour y former le mycelium de l'écidium, et que M. de Bary nomme téleutospores. L'écidium produit des spores qui germent sur les feuilles des graminées, et y reproduisent la plante à l'état d'urédo.

C'est là un fait cependant qui n'est pas prouvé par des expériences directes; néanmoins il est impossible d'expliquer autrement l'enchaînement des formes : pour que le cycle soit complet, il faut nécessairement que chacune d'elles tire son origine de celle qui la précède immédiatement. Les téleutospores ne produisent pas l'écidium par elles-mêmes; elles donnent naissance à des spores de seconde formation, ou sporules, qui par leur germination, constituent le mycelium. Ces sporules pénètrent dans les tissus nourriciers à travers les cellules, mais, particularité très curieuse, évitent les stomates. Les spores de l'écidium, au contraire, s'insinuent dans le parenchyme par les ouvertures superficielles de l'épiderme.

Le *puccinia straminis* vit à l'état d'urédo sur les graminées, à l'état d'écidium sur les boraginées; il a de même des urédospores et des téleutospores. Ces

faits sont bien établis ; il est vraisemblable qu'ils ne sont pas isolés, et qu'à chaque espèce de puccinie correspond une forme particulière d'écidium en relation avec elle. Il en est probablement ainsi encore des espèces d'*uromyces*, qui ne sont après tout que des puccinies uniloculaires. Toutefois, ici, on ne peut formuler que des hypothèses ; les preuves décisives font absolument défaut. En effet, de ce que deux ou plusieurs formes différentes se trouvent réunies sur un même individu, il ne s'ensuit pas nécessairement que ces formes constituent l'évolution d'un être unique, le fait de leur existence simultanée pouvant être attribué au hasard, et n'établissant nullement leur connexion.

D'après les observations de M. Œrsted, de Copenhague, les urédinés gélatineux du genre *Podisoma* qui vivent tous sous forme d'expansions orangées sur les différentes espèces de genévriers, ne seraient qu'une condition des espèces de *Rœstelia*, qui habitent toutes des pomacées.

Des téleutospores de Podisoma furent recueillies et placées en germination dans une atmosphère humide ; elles produisirent une profusion de germes orangés, qui furent placées sur des feuilles fraîches de Sorbier, et mises sous des cloches de verre. Les filaments pénétrèrent dans le parenchyme, et quelques jours après apparurent des traces de spermogonies, absolument comme dans l'écidium de l'épine-vinette. Les spermaties s'échappèrent alors de leurs conceptacles ; mais l'apparition des peridiums de l'écidium se fit attendre pendant deux mois.

Ces faits semblent démontrer que le *Podisoma* et le *Rœstelia* (1) appartiennent à une seule espèce et ne sont que les formes successives constituant l'évolution d'un même être. Dans l'état actuel de nos connaissances, on ignore encore si les spores de Rœstelia,

(1) L'espèce observée était *R. cornuta*, qui croît sur les feuilles du Sorbier.

semées sur le genévrier, donnent naissance au podisoma. Logiquement, cependant, si le second naît du premier, le premier doit naître du second, d'après les lois de la génération alternante. Mais peut-être les conclusions qu'on tire des faits sont-elles en désaccord réel avec ces faits, en raison du long intervalle qui s'est écoulé entre la production des spermogonies, l'émission des spermaties et l'apparition des péridiums.

Une forme de sepedonié, le *Fusidium buxi*, est en relation avec le *Psilonia buxi*. Cette connexion était connue avant 1830, puisque Fries écrit vers cette époque (1) : « On peut à peine s'imaginer que des plantes qui, sous le microscope, apparaissent si différentes, constituent la même espèce, et j'ai moi-même longtemps conclu, en récoltant les deux formes sur la même feuille et dans la même pustule, au parasitisme du *Fusidium* ; mais leur connexion me paraît bien établie par ce fait que j'ai observé depuis les mêmes métamorphoses sur plusieurs espèces de *Fusisporium*. »

Parmi les champignons à sporidies, on peut citer comme hétéroïques certaines espèces entomogènes, l'*Isaria farinosa*, par exemple, qui est la condition conidiifère du *Torrubia militaris* Tul., lequel se développe sur les nymphes mortes, et est en forme de massue écarlate. Un autre *Isaria*, qu'on trouve en Amérique sur les mites parvenues à l'état adulte, dépend également d'un *Torrubia* qui a le même habitat, le *T. sphingum*. Il en est probablement ainsi de la plupart des espèces qui composent ce genre.

Métamorphisme du Penicillium. — A côté de ces faits bien observés et bien reconnus, s'en placent d'autres qui semblent établir une connexion entre des formes différentes de champignons, mais qui ne sont pas assez bien définis pour pouvoir autoriser la

(1) FRIES. *Systema mycologicum*.

certitude. Un des plus intéressants a été observé et rapporté par M. Cooke. Les formes successives apparurent sur une portion de muraille où régnait une humidité permanente. La première qui se montra était constituée par des filaments mycéliaux appartenant à une moisissure blanche, formant des plaques épaisses, cotonneuses. Les filaments restèrent longtemps stériles et étroitement entrelacés ; enfin, les fils fructifères se développèrent ; ils étaient moins longs, moins ramifiés, mais plus épais et garnis sur toute leur longueur de petites branches alternes.

Chacun de ces rameaux s'épaissit au sommet en forme de massue et de l'extrémité se formèrent quelques courts spicules. Les stérigmates étaient tous couronnés par une petite spore obovale. Les fils fertiles étaient d'un jaune brun qui tranchait sur la blancheur immaculée des ramifications mycéliales ; le poids des spores les faisait retomber. Ils représentaient évidemment une forme de mucédiné ; mais cette forme ne pouvait se rapporter à aucun genre connu ; M. Cooke lui donna le nom de *Clinotrichum lanosum* (1).

A la moisissure blanche succédèrent de petites taches noirâtres qui se montrèrent soit autour des plaques, soit parmi les filaments ; elles s'agrandirent peu à peu, conservant toutefois une forme presque exactement circulaire ; à ce point de développement, elles variaient du rouge obscur au vert. Elles étaient constituées par des filaments dressés, articulés, ramifiés supérieurement, fasciculés, entremêlés de fils fertiles terminés chacun par une certaine quantité de spores disposés en série moniliformes. Ces caractères en faisaient un *Penicillium*, mais il était impossible de les rapporter à une espèce déjà déterminée.

Quant les spores du penicillium (Fig. 45) furent arrivées à maturité, une troisième forme se montra

(1) Cooke, *Fungi britannici exsiccati*.

sur la muraille : elle était composée d'un mycelium formé de filaments délicats, ténus, ramifiés, d'où émanaient des branches fertiles couronnées par des spores opaques d'un brun obscur. Les branches fructifères étaient quelquefois ramifiées, mais le plus souvent simples.

Les spores présentaient une apparence remarquable ; elles étaient traversées par des cloisons transversales, et les loges ainsi formées étaient elles-mêmes parfois divisées par des cloisons dirigées dans le



Fig.45. — *Penicillium chartarum*

sens de la longueur de la spore, de manière à lui donner une apparence muriforme. Elles semblaient disposées en chaînes moniliformes ; mais les échantillons séparés du mycelium n'ont jamais présenté cette apparence.

La dernière végétation était constituée par de petites sphères noirâtres semblables à des grains de poudre de chasse. « Elles étaient, dit M. Cooke, réunies en paquets, dans la majorité des cas ; mais quelques-unes de ces sphères apparurent accidentellement isolées,ou rassemblées par groupes de deux ou trois... Lorsque le papier fut séparé du mur et déchiré, on

vit aussi les petites sphères végétant sur la surface inférieure et considérablement aplaties par la pression. Les corps sphériques, ou périthèces, étaient posés sur un abondant mycelium transparent. Les parois des périthèces, plûtôt charbonneuses que membraneuses, sont réticulées et rappellent les conceptacles de l'érysiphé, auquel les périthèces ressemblent beaucoup. L'ostiole est si obscur que nous doutons de son existence ; ainsi la plante paraît se rapprocher plus des Périsporiacées que des Sphériacées. L'intérieur du périthèce est occupé par un nucleus gélatineux, consistant en asques cylindriques allongés ; chacun d'eux renferme huit sporidies transparentes, globuleuses, avec de menues paraphyses ramifiées. »

Ces formes successives qui naissent ainsi au même endroit, les unes parmi les autres, sont-elles unies par d'autres relations que par la circonstance fortuite qui les fait vivre ensemble ? Il serait difficile de se prononcer, d'autant plus que l'abondance même des ramifications mycéliales qui supportaient les réceptacles sporifères empêchait de suivre le développement des filaments fertiles et de s'assurer s'ils provenaient d'une souche commune. Là seulement on pourrait trouver un argument contre l'autonomie respective de ces différentes productions.

D'autres observations ont encore été faites sur des espèces de moisissures, particulièrement sur quelques *Penicillium*.

A la surface d'une préparation conservée dans un lieu humide, d'après les expériences de M. Lewis, se développèrent d'abord d'innombrables cellules de levûre, mêlées à des filaments ramifiés, puis des touffes de penicillium.

Parmi les filaments de cette dernière production se montrèrent bientôt des rameaux terminés par un conceptacle délicat qui ne tarda pas à se remplir de spores. Ces conceptacles constituaient la forme caractéristique d'un mucor. Toutefois, il fut impossible de

savoir si les deux sortes de fructifications étaient produites sur le même mycelium.

Le *P. roseum* paraît aussi être en relation avec une espèce particulière de mucor. Il a une teinte rosée, et se présente sous forme de taches filamenteuses à la surface des feuilles mortes tombées à terre. Le mucor qu'on pense lui correspondre consiste en fils dressés et ramifiés, dont chacune des ramifications se termine en sporange globuleux, cristallin, contenant de nombreuses sporidies très petites, subglobuleuses.

Il n'y a aucune apparence rosée : le port est d'ailleurs celui de la forme à conidies ; la différence entre les deux productions réside surtout dans le caractère de la fructification, laquelle est à spores nues dans le penicillium, et à spores incluses dans un péricarpe dans le mucor.

La connexion entre ces deux plantes n'est encore qu'une hypothèse ; en effet, il n'est pas impossible que leurs spores respectives se soient trouvées mélangées, et aient donné, à un intervalle déterminé, la forme caractéristique de l'espèce à laquelle elles appartenaient.

Nous pourrions multiplier ces exemples, mais nous pensons en avoir rapporté assez pour donner une idée juste de la théorie du polymorphisme.

Tous les faits que nous avons cités sont hors de doute ; mais l'explication qu'on en donne et les conclusions qu'on en tire ne sont peut-être pas toujours l'expresion de la réalité. Cependant, dans certains cas, la connexion simultanée ou successive des formes ne peut pas être niée ; d'ailleurs, elle n'est pas invraisemblable, et les phénomènes auxquels elle donne lieu ne sont pas plus extraordinaires que la génération alternante qu'on rencontre dans certaines formes supérieures de la vie animale.

CHAPITRE IX

FÉCONDATION

Rôle des spermaties. — Modes de fécondation ; conjugaison ; zygospore. — Copulation. — Transport à nu des anthérozoïdes libres. — Fécondation des agaricinés. — Fécondation du Cystopus. — Fécondation des péronospores. — Fécondation des saprolegniés. — Conjugaison des mucorinés. — Phénomènes sexuels chez les ascidés ; scolécite. — Accouplement des ustilaginés.

Rôle des spermaties. — Chez les plantes phanérogames, la fécondation de l'ovule par le pollen a lieu après la formation du réceptacle, qui devient ainsi une partie accessoire ; le substratum qui porte l'embryon préexiste toujours aux premières manifestations de l'influence sexuelle. Partant de cette idée que la fécondation ne peut s'opérer que par le transport de corpuscules mâles sur un organe femelle qui doit développer immédiatement les germes futurs, les anciens mycologues, auxquels il paraissait étrange que seuls dans la série ontologique, les champignons n'eussent pas de reproduction sexuelle, durent imaginer de prétendues relations entre divers organes qui n'ont en réalité ancune influence l'un sur l'autre. Ainsi voyons-nous Hedwig regarder comme un organe mâle l'anneau des champignons pilophores, et Corda attribuer une action fécondatrice aux paraphyses qui accompagnent les asques dont les formes thécasporées.

De nos jours, mais avec infiniment plus de science et de vraisemblance, on a reporté cette attribution à des corpuscules qui naissent postérieurement au mycelium, et qu'en raison de leurs fonctions possibles, et même probables, on a appelés spermaties. Ces spermaties consistent en petits bâtonnets sporiformes droits ou courbés en arc, qui naissent dans des conceptacles spéciaux ou spermogonies, se développant tantôt sur un hypothallus stromateux qui doit porter

plus tard les périthèces à asques, tantôt sur un subiculum mycélial dont les fibres enlacent les tissus sous-épidermiques. L'hypothèse d'une influence fécondatrice des spermaties repose sur les considérations suivantes : jusqu'ici, il a été impossible de les faire germer, et de plus leur apparition précède toujours soit la naissance des réceptacles immédiatement consécutifs, soit la maturité des spores contenues dans ces réceptacles.

De récentes expériences de M. Cornu tendraient à démontrer que les spermaties peuvent germer, et qu'elles ne sont que des formes de spores normalement fertiles, mais nécessitant pour germer un concours de circonstances qu'il est très difficile de réunir artificiellement. Cependant, aucun fait concluant n'est encore venu à l'appui de cette hypothèse. D'ailleurs, comment considérer les spermaties comme des spores, alors qu'on n'en trouve jamais qui manifestent la moindre apparence de vitalité par une production quelconque, et que les réceptacles sporifères qui succèdent aux spermogonies ne dérivent pas des spermaties par voie de génération ? La nature qui ne fait rien d'inutile, aurait-elle donc créé, pour chacune des formes qui comprennent des spermatophores dans leur évolution, une condition stérile, exigeant pour son développement l'emploi d'une partie du plasma qui pourrait trouver une utilisation plus judicieuse, et aboutissant à une impasse ?

Une telle hypothèse est bien invraisemblable ; car les spermaties ont certainement une fonction à remplir. Quelle est cette fonction ? — Aucune observation certaine n'autorise à les regarder comme des spores. Jusqu'à preuve évidente du contraire, on peut donc les considérer comme des organes sexuels. Il est vrai que, dans cette seconde hypothèse, leur rôle n'est pas mieux défini, et que si on leur attribue une action fécondante, on ne sait pas encore sur quel organe femelle cette action pourrait s'exercer ; que d'ailleurs,

des cupules fertiles d'écidium ont été obtenues sans la production préalable de spermogonies. Et cependant, si l'on considère qu'on ne trouve des spermaties que dans les espèces à métamorphisme, ne pourrait-on imaginer qu'il existe de mystérieuses relations entre la première forme, la forme à spores nues naissant sur des clinides, où aucune fécondation n'a été jusqu'à ce jour découverte, et l'état plus parfait à thèques, dans lequel le périthèce ou la cupule sont le produit de la réunion de deux cellules copulatives ?

Il se pourrait que les spermaties, sans jouer un rôle actif sensible, fussent cependant indispensables à la production de ce dernier état, par exemple, en s'unissant à la spore qui doit en développer le mycelium, et en se fondant dans sa substance, à peu près comme chez les animaux les spermatozoïdes se fondent dans les ovules femelles. Dans ce cas, les spores produites sur des clinides, et nées sans fécondation, ne deviendraient fertiles qu'après leur réunion avec les spermaties, et de cette fécondité naîtrait le mycelium sur lequel doivent se développer les sexes de la condition à thèques ; on aurait ainsi les deux modes de relations sexuelles réunies sur le même individu, bien qu'à des étapes différentes : à savoir la fécondation après le développement du réceptacle chez les clinidés, et la fécondation s'opérant immédiatement sur le mycelium chez les thécasporés.

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, ce n'est pas dans l'action plus ou moins probable des spermaties qu'il faut chercher les phénomènes sexuels chez les champignons ; les expériences et les observations authentiques ont démontré que dans ces êtres, comme dans beaucoup d'autres cryptogames, fougères, mousses, le réceptacle tout entier est le résultat de la fécondation. Les frondes n'apparaissent qu'après une action de l'organe mâle ; de même les sporophores, qu'ils soient de volumineuses masses charnues ou de simples filaments, sont le fruit de la réunion de deux

cellules; ce n'est plus sur l'hymenium qu'il faut chercher les organes sexuels, mais dans les premiers entrecroisements des filaments mycéliens.

Modes de fécondation ; conjugaison ; zygospore. — La fécondation chez les champignons a lieu suivant trois modes distincts que nous allons étudier d'abord dans leur accomplissement théorique, et ensuite dans les manifestations spécifiques qui ont permis de les déterminer. Le premier de ces modes et le seul qui ait été connu jusqu'à ces derniers temps, est la conjugaison. Il est spécial au groupe des mucorinés, et s'opère par la réunion terminale de deux grosses cellules qui naissent sur des ramifications spéciales du mycelium, et qui se rejoignent comme les deux branches d'une tenaille. Au point de jonction se forme une cloison, d'une étendue un peu moindre que le diamètre des cellules ; celles-ci affectent d'abord une apparence sphéroïde ; mais par suite de leur accroissement et de la pression qu'elles exercent l'une sur l'autre, elles deviennent peu à peu fusiformes, puis subcylindriques et enfin discoïdes.

A cette époque, les parois de l'extrémité des cellules, qui ont formé la cloison, se résorbent, et les deux cavités se confondent en une seule. Une nouvelle phase d'évolution se manifeste alors ; la cellule unique résultant de la fusion des deux utricules primitives se renfle, s'arrondit, et prend un diamètre sensiblement supérieur à celui des filaments qui la supportent. Les granulations plasmiques, d'abord réparties en deux groupes, l'un probablement mâle et ayant une influence fécondatrice, l'autre probablement femelle et destiné à subir une influence, se mêlent et se fondent. Les phénomènes internes deviennent d'ailleurs de moins en moins visibles, en raison de la teinte sombre et de l'épaisseur que prennent les parois du produit sporiforme dont nous avons décrit la genèse. Cependant l'apparition de ramifications capillaires et

branchues témoigne de l'activité vitale des éléments renfermés dans la cavité. La spore ainsi formée à la jonction de deux filaments prend le nom de zygospore (fig. 46).

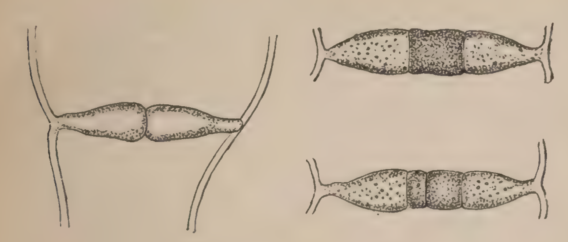


Fig. 46. — Zygospore de *Rhizopus nigricans*.

Copulation. — Dans le second mode de fécondation, qui a lieu par copulation, les cellules sexuées naissent encore au sommet de deux filaments mycéliens. La cellule femelle, ou oogonie, consiste d'abord en une simple dilatation du support, mesurant originairement en diamètre 10 μ et s'accroissant progressivement jusqu'à 6-8 centièmes de millimètre. Elle est en forme de sphère presque régulière, constituée par une enveloppe très mince et translucide, contenant un liquide plasmique granuleux, dans lequel se déplacent quelques vacuoles. La sphère est d'abord confluente entre le filament tubuleux qui la porte, mais elle ne tarde pas à s'isoler par une cloison.

En même temps, sur les parois mêmes du tube, apparaissent quelques ramifications, également tubuleuses et se terminant par un renflement claviforme ou anthéridie. L'anthéridie, qui constitue l'organe mâle, se remplit d'un mucus granuleux qui paraît moins dense que le plasma de l'oogonie. D'ailleurs, les mêmes phases d'évolution se répètent ici, et la cavité terminale se sépare du tube porteur par une cloison, et s'applique contre la paroi de l'oogonie, pendant que le plasma contenu dans cet organe de-

vient le siège d'un travail intime, en vertu duquel les granulations s'amassent en globules.

Lorsque le plasma ne forme qu'un seul noyau, celui-ci prend le nom de gonosphérie; dans le cas contraire, chaque nucleus devient une gonosphérule; autour des nucleus la partie du plasma qui n'a pas été utilisée apparaît comme une zone plus claire. L'anthéridie, une fois appliquée sur la paroi de l'oogonie, émet un prolongement tubuleux, analogue au boyau pollinique qui pénètre jusqu'à l'ovule à travers le tissu lâchement celluleux du style ; ce prolongement perce la paroi ou pénètre à travers un pore formé spontanément, et se divise en autant de petites ramifications qu'il y a de gonosphérules. Dès qu'il y a contact entre les gonosphérules et les prolongements du tube fécondateur, l'anthéridie déverse son contenu dans l'intérieur de l'oogonie. Cependant, dans certains cas, le plasma anthéridien ne passe pas directement par rupture du tube dans l'anthéridie, ce qui autorise à supposer que la fécondation s'opère par influence à distance ou par échange osmotique. Quoi qu'il en soit, il est certain que c'est de ce contact que date l'accomplissement de la fonction, dont il semble être l'acte capital, puisqu'immédiatement après, les gonosphérules s'entourent d'une enveloppe cellulosique.

Transport à nu des anthérozoïdes libres. — Le troisième mode de fécondation présente, dans les actes successifs qui le constituent, des analogies étroites avec le précédent, mais il en diffère par quelques modifications de détail. L'oogonie est également constituée par une vésicule sphérique qui naît au sommet d'un filament mycélien spécial dont elle s'isole par une cloison. La matière plasmique oogonienne se rassemble en une gonosphère qui nage dans le plasma, et la paroi s'ouvre au sommet en une large baie. L'anthéridie, qui se développe non plus sur une ramifica-

tion du tube oogonien, mais à proximité de la cellule-femelle sur un filament distinct, s'ouvre à son sommet et ne se bifurque pas.

En même temps, la matière sarcodique dont elle est remplie se partage en petites masses n'atteignant pas le quart du diamètre de la spore. Chacune de ces petites masses, qui devient par le fait même une anthérozoïde, se munit d'un appendice vibratile à l'aide duquel elle sort de l'anthéridie et pénètre dans l'oogonie, soit immédiatement, lorsque celle-ci est très voisine, soit après quelques pérégrinations dans le liquide ambiant, à la manière des zoospores. Les masses sarcodiques pénètrent dès lors dans l'oospore, avec laquelle elles se confondent, de sorte que, deux minutes à peine après leur sortie de l'anthéridie et leur pénétration dans l'oogonie, leur fusion avec la gonosphérie est accomplie. Alors, la gonosphère descend vers le fond de l'oogonie, puis l'amas de granulations plasmiques et sarcodiques qui la composent s'épanche au dehors, et la membrane qui doit l'entourer, d'abord à peine sensible, se forme progressivement et atteint au bout de douze heures son épaisseur normale.

Ces trois modes de fécondation étant ainsi admis dans leur généralité, et j'oserai dire dans leur accomplissement idéal, il nous reste à étudier les modifications de détail que chacun d'eux subit dans les différents groupes où il a été observé. Il nous sera facile de voir, par cette étude comparée des mêmes phénomènes et par le rapprochement des faits étudiés, que si les conditions extérieures de cette grande manifestation vitale varient d'une espèce à l'autre, le principe reste au fond toujours le même; ce principe établit que partout le réceptacle n'est pas préexistant à l'influence mâle, mais qu'il se développe entièrement après le rapprochement sexuel, et qu'on aurait tort, par conséquent, de chercher les sexes dans des organes accessoires naissant sur l'hyménophore.

Fécondation des Agaricinés. — Les faits de fécondation sont extrêmement rares chez les Hyménomycètes, et les quelques phénomènes qui ont été vus présentent un caractère douteux; cependant, il n'y a pas lieu de penser que ces réceptacles, à cause de leur volume, échappent à la loi générale, et que la vitalité apparaisse dans leurs spores sans une fécondation préalable. On n'en est plus d'ailleurs absolument aux hypothèses. En effet, dans *Agaricus variabilis*, d'après les observations du professeur A. S. Œrsted, certaines ramifications mycéliennes émettent à leur sommet de petites branches rudimentaires, composées des mêmes éléments que la partie végétative du mycelium, et affectant la forme de cellules allongées et légèrement courbées.

Ces cellules sont remplies d'un abondant liquide plasmique, qui se condense au centre sous forme de nucleus peu distinct; elles constituent les oocystes, ou organes femelles. Autour des oocystes naissent de petits filaments grêles, en nombre restreint, qui tournent leur extrémité vers la paroi de l'oocyste sans toutefois s'y appliquer, au moins dans la grande majorité des cas.

Ce phénomène ne produit pas dans la constitution ou la forme de la cellule de modification sensible ; on est toutefois autorisé à supposer que la fécondation est dès ce moment opérée, à cause des nombreux filaments qui naissent du support de l'oocyste et s'anastomosent en réseau. Le tissu qui résulte de cette production de filaments devient l'origine du pileus.

Fécondation du Cystopus. — D'intéressantes observations ont été faites sur les relations sexuelles dans un parasite des feuilles des crucifères, le *Cystopus candidus*, qui se montre à l'œil nu sous la forme de larges plaques blanches. La formation de l'oogonie ou cellule femelle a lieu comme chez l'agaric par la production terminale sur une branche mycélienne

d'un renflement sphérique rempli de protoplasma et limité à la base par un étranglement.

Quand l'oogonie est parvenue à ce point de développement, un des filaments adjacents se gonfle à l'extrémité, et s'incline vers la paroi de la cellule fertile sur laquelle il s'applique ; l'anthéridie ou organe mâle se trouve ainsi constituée. Les granulations plasmiques contenues dans l'oogonie se rassemblent alors en un nucleus central mal défini, dépourvu de membrane enveloppante, et nageant dans un liquide homogène. Ce nucleus prend le nom de gonosphérie.

L'anthéridie appliquée contre la cellule mère émet un prolongement plus ou moins cylindrique, dressé, qui pénètre dans l'intérieur par une déchirure de la paroi, traverse le protoplasma et vient s'appliquer contre la gonosphérie. Toutefois, le rapprochement s'arrête là, et il n'y a point rupture de l'enveloppe de la cellule mâle; la fécondation s'opère donc par influence, à moins que le contenu de l'anthéridie ne pénètre dans la gonosphérie par osmose.

Quoi qu'il en soit, dès qu'il y a contact entre le prolongement de l'anthéridie et le nucleus de l'oogonie, celui-ci se modifie d'une manière sensible et continue. Il s'entoure d'abord d'une enveloppe de cellulose, et peu à peu l'épispore se forme à la surface, aux dépens du protoplasma qui l'entoure et qui ne tarde pas à être entièrement absorbé.

Dès qu'elle est fécondée, la gonosphérie prend le nom d'oospore, nom qui indique ses rapports avec l'œuf animal, et qui caractérise les nouvelles fonctions auxquelles elle est appelée. La membrane enveloppante se dédouble bientôt en endospore et en épispore, la première incolore et plus ferme, la seconde mince, ténue, et couverte de verrues d'un brun jaunâtre. L'oospore, bien qu'uniloculaire, n'est pas une simple spore, capable de germer directement ; elle est plutôt une espèce de bourse pleine de germes reproducteurs, et correspond aux spores de formation

superficielle dont est munie la même plante, aux conidies ou zoosporanges qui naissent en séries moniliformes, à la surface du mycelium, et se répandent au dehors dès que la pustule vient à crever.

En effet, si, après une période de repos, période qui est nécessaire et souvent très longue, même à l'état spontané, on place l'oospore dans des conditions favorables à son développement, on la voit passer par tous les phénomènes qui caractérisent l'évolution des conidies. Sous l'influence de l'humidité, l'épispore brune et sa cuticule, qui est incolore, se rompent, et l'endospore vient faire hernie par l'ouverture, avec le liquide qu'elle contient. La masse plasmique est à ce moment pleine de petites vacuoles qui se déplacent et se modifient sans cesse.

Bientôt, les mouvements intérieurs s'arrêtent; le protoplasma se partage en un grand nombre de portions polyédriques, nettement délimitées. L'endospore continue de sortir, distendue par la masse intérieure ; elle ne tarde pas à abandonner complètement l'épispore, et prend alors une forme régulière et parfaitement sphérique. Les segments plasmiques, qui étaient restés unis, commencent à se séparer et à s'agiter; l'endospore, sous l'effort de la poussée intérieure, se rompt, et les zoospores se dispersent dans l'eau ambiante. Elles sont absolument identiques aux zoospores issues des conidies, mais elles sont plus nombreuses ; en effet, les conidies en fournissent ordinairement huit, tandis que les oospores en donnent environ une centaine.

Fécondation des Péronosporés. — Les observations qui ont été faites sur les rapports sexuels chez les Péronosporés, et les manifestations qui les accompagnent, montrent qu'ils sont absolument analogues à ceux qu'on a constatés dans le Cystopus. Voici comment s'opère la fécondation dans le genre *Peronospora* (Fig. 47), un des plus étendus de la famille, et qui ren-

ferme entre autres espèces *P. infestans* Casp., qui cause la maladie de la Pomme de terre. Les oogonies se forment par la productien latérale ou terminale de petites cellules en forme d'ampoules sphériques ou obovales, séparées du tube qui les porte par une membrane.

A l'intérieur sont de petits granules opaques, nageant dans un liquide oléagineux incolore. Les ramifications mycéliennes voisines de l'oogonie appliquent leur extrémité contre la paroi extérieure; cette extré-

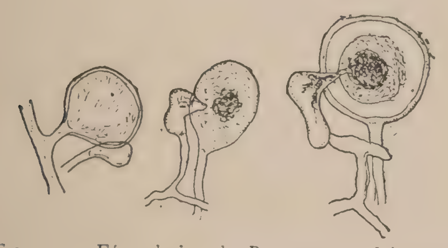


FIG. 47. — Fécondation du *Peronospora alsinearum.*

mité devient obtuse et claviforme, et se transforme en anthéridie distincte, par un étranglement qui la sépare du filament. Au centre de l'oogonie apparaît bientôt la gonosphérie, ou sphère reproductrice, qui, fécondée, doit devenir le corps reproducteur, œuf végétal, ou oospore. Elle est d'abord dépourvue d'enveloppe, mais peu à peu l'épispore se développe avec ses caractères particuliers, dès que le contact est établi entre le processus de l'anthéridie et le nucleus de l'oogonie.

Fécondation des Saprolegniés. — Les Saprolegniés forment un groupe flottant entre les algues et les champignons; néanmoins, avec la plupart des auteurs modernes, nous lui conserverons sa place dans ce dernier groupe. Chez le *Saprolegnia monoïca* et quelques espèces alliées, les organes sexuels sont

constitués par des renflements terminant des ramifications myCéliales. Les cellules femelles, ou oogonies, ne sont presque jamais latérales; elles consistent en utricules d'abord globuleuses et remplies d'un abondant plasma.

Bientôt la membrane externe se résorbe en un certain nombre de points, et se perce de petites ouvertures circulaires, pendant que la masse plasmique se partage en autant de portions distinctes. Ces portions s'arrondissent et se groupent au centre de l'oogonie, où elles flottent dans un liquide aqueux. Dans cet état, elles sont lisses et nues, c'est-à-dire, non enveloppées de cellulose, et portent le nom de gonosphérules, à cause de leurs rapports avec les gonosphères des Cystopes et des Péronospores.

Sur le stipe de l'oogonie et sur les filaments voisins naissent de petites branches cylindriques recourbées, quelquefois enroulées autour de l'oogonie et dirigeant leur extrémité vers sa paroi. Un contact intime s'établit, pendant que le filament mâle se cloisonne au sommet et se sépare ainsi de l'anthéridie, laquelle se renfle légèrement, s'arrondit et se courbe.

Quand les gonosphérules sont formées, chaque anthéridie envoie dans l'intérieur de l'oogonie un ou plusieurs prolongements tubulaires, qui se déchargent de leur contenu par une échancrure terminale. Ce contenu est constitué par une sorte de plasma renfermant de nombreux corpuscules très agiles, analogues à ceux qu'on connaît chez les Algues, particulièrement dans le genre *Vaucheria*, sous le nom d'anthérozoïdes, et qu'on peut, par conséquent, considérer comme des corpuscules fécondateurs. Dès que ces corpuscules ont pénétré à l'intérieur, les gonosphérules présentent des modifications catactéristiques ; elles s'entourent de cellulose et constituent autant d'oospores.

D'après M. de Bary, la naissance de l'enveloppe serait le résultat de la fécondation. Les corpuscules

qui les déterminent sont bacilliformes avec un diamètre d'environ 50 μ. ; ils paraissent se fondre dans la substance des sphérules. Dans *Sapr. dioica*, l'oogonie est absolument analogue à celle de l'espèce précédente, mais l'anthéridie ne s'applique pas sur elle ; elle s'allonge en col court tubulaire, ouvert à l'extrémité, et laisse s'échapper sans rapprochement intime une infinité de corpuscules bacillaires très petits, qui sortent avec beaucoup d'agilité.

Conjugaison des Mucorinés. — Trois mucorinés ont donné lieu à d'intéressantes observations au point de vue qui nous occupe : le *Rhizopus nigricans* Ehrbg, le *Syzygites megalocarpus* Ehrbg et les *Phycomyces* Kunz. Dans ces champignons, la copulation se fait d'une manière particulière qui s'éloigne de ce que nous avons vu jusqu'ici, et qui rappelle le phénomène connu chez les algues sous le nom de conjugaison.

Chez le Rhizopus, les filaments capables d'être le siège d'une action fécondatrice sont en forme de tubes extrêmement nombreux, ramifiés sans ordre et confusément entremêlés. Les filaments se rencontrent deux à deux, et émettent chacun de leur côté et l'un vers l'autre, au point de rencontre, un processus filiforme, cylindrique, de même diamètre. Peu à peu, le volume de ces prolongements augmente ; ils s'isolent de leur support, se renflent en massue et appliquent leurs parois extrêmes l'un contre l'autre, de manière à figurer ensemble un corps fusiforme placé en travers des filaments accouplés.

Dans chaque cellule copulative se rassemble un abondant plasma, et l'une d'elles se développe généralement plus que l'autre. Au point de contact, se trouve une cloison formée par les membranes des cellules ; mais peu de temps après que celles-ci ont reçu leur délimitation, cette cloison se creuse à son centre et finit par disparaître entièrement. La cavité

qui résulte de la réunion des deux cellules devient un corps particulier, qui augmente progressivement jusqu'à acquérir un cinquième de millimètre, et qui prend le nom de zygospore. La zygospore est sphérique ou en forme de tonneau un peu aplati ; sa surface est couverte de verrues proéminentes qui sont creuses en dessous ; l'endospore est résistante, et également couverte de petits mamelons qui s'emboîtent dans les verrues de l'épispore. A l'intérieur est un plasma oléagineux renfermant de grosses granulations.

Le *Syzigites* présente de même des phénomènes de conjugaison dans les différents rameaux de son mycelium, et le résultat de l'union de deux branches voisines est une vésicule particulière, ou zygospore, donnant un autre état du champignon.

Chez les *Phycomyces*, la formation de la zygospore suit une marche particulièrement intéressante que nous allons décrire aussi brièvement que possible. Les observations sont dues à van Tieghem. Dans cette espèce, outre les sporanges qui se forment par les procédés ordinaires, la reproduction est assurée par des organes spéciaux qui se forment de la manière suivante.

A la surface du mycelium se dressent de petites ramifications dont le plasma est appelé à un rôle particulier. Ces fils se mettent en contact deux à deux, non pas seulement par leurs extrémités, mais sur une longueur considérable, et pour que l'union soit plus intime, ils perdent peu à peu leur forme régulière et cylindrique, et se marquent de dépressions et de protubérances alternantes qui s'emboîtent.

Leurs extrémités se dilatent, et prenant une forme arquée, se rapprochent jusqu'à ce qu'il y ait contact entre leurs parois. Une cloison se forme alors au sommet des filaments qui supportent les cellules copulatives ; celles-ci se trouvent alors définitivement

constituées, mais sont encore séparées l'une de l'autre par une double membrane. Elles deviennent peu à peu cylindriques ; le plasma se rassemble en une masse contiguë à la paroi, qui se résorbe au point de contact sur un espace limité ; l'ouverture ainsi formée affecte une forme sensiblement orbiculaire. La zygospore est en voie de formation ; elle est contenue dans les deux cellules copulatives.

Après un certain nombre de modifications successives, le protoplasma aggloméré en un nucleus central, qui rappelle la gonosphérie du Cystopus, se couvre d'une enveloppe de cellulose qui se dédouble bientôt pour former deux membranes, l'endospore peu apparente, et l'épispore chargée de verrues et de tubercules.

Pendant la formation de la zygospore, qui reste longtemps renfermée dans les parois primitives des cellules accouplées, ces cellules donnent naissance à une série d'appendices régulièrement bifurqués, qui se produisent de préférence dans le voisinage immédiat des parois contiguës à la zygospore. Ces appendices paraissent être plus nombreux à la face supérieure. Ils suivent dans leur développement une marche à peu près régulière. Le premier fait son apparition en haut, à la partie convexe ; les autres suivent, et naissent à droite ou à gauche du premier, mais plus bas ; le dernier se montre en bas à la partie concave. Cette série de phénomènes se manifeste sur l'une des cellules sans que l'autre émette aucune ramification ; mais, dès que la première est munie de tous ses appendices, la seconde produit à son tour et dans le même ordre, ceux qu'elle doit porter.

Pendant toutes ses modifications, la zygospore augmente rapidement de volume, et la paroi des cellules qui la contiennent se colore en brun. La coloration est plus marquée sur la face convexe ; elle se montre d'abord sur la cellule qui a produit la première les appendices dichotomes, et qui conserve la

teinte foncée plus longtemps que l'autre. La partie des cellules qui a produit les ramifications, et ces ramifications elles-mêmes, ont leurs parois d'un noir très intense, tandis que celles qui recouvrent immédiatement la zygospore sont d'un bleu sombre ; elles ne tardent pas à se rompre et la zygospore se montre à nu, formée d'une épaisse membrane cartilagineuse, et recouverte d'une épispore très rude, parsemée de tubercules et de grandes verrues irrégulières.

Dans cette espèce, la germination de la zygospore et son produit immédiat n'ont pas été vus ; mais on les a observés dans d'autres mucors très voisins. Chez ces derniers, l'épispore se fend longitudinalement et latéralement ; l'endospore vient faire saillie au dehors par la déchirure de la membrane extérieure ; elle s'allonge en forme de tube rempli de protoplasma mélangé à des granules oléagineux ; ce tube se termine au sommet par un sporange semblable à ceux qui caractérisent l'espèce.

Selon Brefeld, le plasma contenu dans la zygospore est employé tout entier à la formation du sporange ; mais MM. Le Monnier et van Tieghem ont souvent vu le filament se cloisonner à sa partie médiane et se bifurquer au-dessous de la cloison ; dans ce cas, les deux branches, aussi vigoureuses l'une que l'autre, se terminent chacune par un gros sporange.

Phénomènes sexuels chez les Ascidés ; scolécite. — Dans l'*Ascobolus pulcherrinus* Cr., de la famille des pézizés, le docteur Woronin s'est assuré que la coupe doit son origine à un rameau particulier du mycelium, d'abord uniloculaire et tubulaire, qui se partage bientôt par des cloisons transversales en un certain nombre de cellules disposées en série régulière, et qui par leur accroissement limité à la partie libre, donnent peu à peu à l'ensemble une apparence moniliforme, toruleuse et comme noueuse. Cet ensemble porte le nom de scolécite.

A proximité du scolécite sont plusieurs petits filaments, brièvement ramifiés, remplis de protoplasma doué de propriétés fécondatrices, qui inclinent leur extrémité supérieure vers les cellules fertiles jusqu'à ce qu'il y ait contact. Ces filaments remplissent évidemment les fonctions d'anthéridies. Dès que le contact est établi, des modifications s'opèrent à la surface du scolécite, qui semble prendre dans son accroissement une vigueur plus grande et qui émet un grand nombre de filaments destinés à former le tissu subhyménial et la couche corticale.

La présence du scolécite a été constatée dans plusieurs *Peziza*, particulièrement dans *P. melanoloma*, où il naît latéralement sur une branche mycélienne; son intérieur, d'abord continu, se partage par des cloisons en huit ou dix cellules, quelquefois davantage. Il n'y a aucun doute sur la nature sexuelle de ce corps, parce qu'il est certainement l'origine du réceptacle ; les ramifications qui en naissent se montrent d'abord à la partie inférieure ; elles se multiplient avec une grande rapidité, et forment par leur entrecroisement une sorte de plexus organisé qui ne laisse plus à découvert que la partie supérieure du scolécite. Ce plexus est exclusivement utriculaire, à cause des cloisons qui se forment dans les ramifications ; l'hymenium ne fait son apparition que longtemps après la naissance du réceptacle.

Des phénomènes de copulation ont été observés par M. Tulasne dans un autre ascomycète, le *Pez. confluens* Pers. Les cellules copulatives portent le nom de macrocyste et de paracyste ; c'est après leur contact que se développe l'hyménophore. La macrocyste est en forme d'utricule renflée et arrondie, terminée par un col étroit tubulaire, généralement flexueux ; elle est remplie d'une matière plasmique grenue, dense et légèrement rosée.

Parmi les macrocystes et sur les mêmes filaments naissent les paracystes, cellules allongées, clavi-

formes dont le plasma offre de nombreuses vacuoles et qui prennent rapidement un accroissement en longueur considérable ; leur extrémité est contournée en crosse. La paroi extrême de la paracyste et la macrocyste se dirigent l'une vers l'autre, sans toutefois qu'il soit possible de voir clairement auquel des deux organes appartient l'initiative de ce mouvement. La soudure entre les deux cellules n'a lieu que dans le point très limité où elles se touchent. Autour de ce point se forme un bourrelet tantôt à peine perceptible, tantôt très prononcé. Le résultat bien visible de la copulation est la naissance sur les cellules et leurs supports de filaments ramifiés dont la réunion doit constituer le réceptacle.

Il nous reste à étudier la formation du périthèce chez l'*Erysiphe cichoracearum ;* le mycelium de ce champignon étant endophyte, les phénomènes ont lieu sous l'épiderme de la plante nourricière. La cellule femelle, ou oocyste, est constituée par un processus qui émane d'une branche du mycelium dont il est isolé par une cloison ; le filament qui doit porter l'organe mâle émet également un processus ovale, qui s'isole à son tour et dont l'extrémité, séparée par une nouvelle cloison, constitue l'anthéridie.

Dès que l'anthéridie est formée, une prolifération cellulaire s'établit à la base de l'oocyste sur le filament qui la supporte ; les cellules de nouvelle formation s'allongent, s'unissent latéralement, et leur ensemble constitue finalement une bourse qui est l'origine du périthèce. En même temps, l'oocyste grossit et se partage, sans que le mode de division soit nettement visible, en une cellule centrale et une couche extérieure d'utricules plus petites. La cavité interne devient l'asque unique caractéristique de l'espèce, et le dernier résultat de la fécondation consiste dans la production des sporidies.

Accouplement des Ustilaginés. — En termi-

nant cette étude sur l'un des plus beaux phénomènes de la physiologie mycologique, mais aussi sur l'un des plus difficiles à définir, en raison des circonstances diverses dont, dans la grande majorité des cas, il nécessite le concours pour être vu, il convient de dire quelques mots sur des faits d'accouplement qui ont été rencontrés chez plusieurs Coniomycètes.

Dans le *Tilletia* (Fig. 48), les spores de première formation, ou hypospores, qui émanent directement des pseudospores, s'accouplent par un tube transversal; le résultat de cet accouplement est évidemment une fécondation, car ce n'est qu'à la suite de ce phénomène qu'apparaissent les spores de seconde formation, lesquelles doivent produire à leur tour des spores tertiaires, qui sont définitivement fertiles, c'est-à-dire, douées d'aptitudes reproductrices.



Fig. 48. — Accouplement de *Tilletia Caries*.

La formation des tubes transversaux a lieu par la réunion sur une faible partie de leur surface des cellules sexuées, et par la disparition sur cette surface de toute cloison séparative; c'est d'ailleurs par ce moyen que dans les divers modes de fécondation, par conjugaison ou par copulation, les cellules qui se rejoignent se fondent en une seule. Les premières spores formées sont des cellules allongées en fuseau, c'est-à-dire, dilatées à leur partie médiane.

Elles partent toutes d'un tube-germe primordial, et la fécondation a lieu immédiatement après la germination ; le tube-germe contient ainsi en principe les deux sexes, qui ne se différencient que plus tard, de sorte que le réceptacle qui doit être le produit de l'union des cellules fécondatrices consiste tout entier dans ces cellules : fait qu'on ne retrouve

pas ailleurs, puisque partout où des phénomènes d'action fécondante ont été observés, on a vu les cellules accouplées devenir l'origine d'une prolifération utriculaire ou filamenteuse, c'est-à-dire, d'un hyménophore sarcodé ou d'un sporophore nématé.

CHAPITRE X

CHAMPIGNONS COMESTIBLES ET CHAMPIGNONS VÉNÉNEUX

Caractères communs des champignons comestibles et des champignons vénéneux. — Description des principales espèces comestibles et nuisibles. — Propriétés vénéneuses. Intoxication ; symptômes ; traitement. — Valeur nutritive des champignons.

Caractères communs des champignons comestibles et des champignons vénéneux. — Nous ne serions pas complet si nous n'accordions un chapitre aux propriétés des champignons ; nous prions cependant le lecteur de ne point chercher ici ce que nous ne pouvons lui donner, à savoir un guide sûr pour reconnaître *a priori* les champignons comestibles et les champignons dangereux. Parmi ces plantes, les unes sont bonnes, les autres sont mauvaises ; mais il n'y a pas de règle fixe pour distinguer celles-ci de celles-là, ce qui fait que les mycophages les plus convaincus hésitent souvent devant les espèces qu'ils ne connaissent pas.

Le plus sûr, et l'on pourrait dire, le seul sûr moyen d'éviter les accidents serait d'apprendre à distinguer les espèces comestibles des espèces nuisibles, comme on distingue les plantes vénéneuses des plantes utiles. Il y a cependant des caractères qui semblent appartenir en propre aux unes et aux autres ; toutefois ils sont loin d'être constants, et il se rencontre souvent des espèces inoffensives qui présentent les caractères des champignons mauvais, tandis que d'autres, dangereuses, ne les présentent pas.

« Une odeur agréable et douce, dit M. l'abbé Morel (1), soit de musc, d'anis, de rose, d'amande amère ou de farine récente ; une saveur de noisette, ni fade, ni acerbe, ni astringente; une organisation simple

(1) Morel. *Traité des Champignons, au point de vue botanique, alimentaire et toxicologique.*

qui plaît à l'œil; une surface unie, sèche et régulière; une consistance ferme, charnue, celluleuse et non fibreuse; une couleur tranchée, blanche, rosée, vineuse ou violacée; une chair intérieure ne changeant pas au contact de l'air quand on la coupe ni quand on la froisse, voilà les signes des bons champignons. Ajoutez-y toutefois que presque toujours ils sont entamés par les animaux, et que le temps les dessèche, mais ne les altère aucunement; enfin, qu'ils ne font pas tourner le lait, et que si l'on fait bouillir avec eux une pièce d'argenterie ou un oignon blanc. l'un et l'autre conservent intacte leur blancheur habituelle.

Au contraire, une odeur herbacée, fade, vineuse, très prononcée, désagréable, rappelant celle du soufre, de la terre humide ou de la térébenthine; une saveur astringente, styptique, nauséeuse, acerbe ou fade; une organisation composée, difforme et repoussante; une consistance molle, aqueuse, compacte, fibreuse ou grenue; une surface sale, humide, gluante ou visqueuse, une couleur terne, livide, rouge, sanguine; une chair intérieure changeant à l'air quand on les coupe, les froisse ou les casse; voilà les signes des champignons vénéneux. Ajoutez-y encore que les animaux les entament rarement, que le temps les corrompt au lieu de les dessécher, de plus, qu'en cuisant ils font tourner le lait, ils ternissent la blancheur d'un oignon blanc ou d'une pièce d'argenterie.»

Quelques auteurs ont également prétendu que les limaces et les insectes ne s'attaquent jamais aux champignons vénéneux, tandis que les comestibles sont souvent entamés; ce caractère constituerait ainsi un excellent critérium pour distinguer les uns des autres. Mais rien n'est plus faux que cette assertion. Les limaces ont la faculté de dévorer des champignons vénéneux sans souffrir de leur poison, absolument comme certains ruminants broutent sans danger la jusquiame, et comme le hérisson lutte

avec la vipère sans se soucier de ses piqûres envenimées.

Sans doute elles ont en elles-mêmes un instinct intime qui les pousse à fuir les espèces qui pourraient leur nuire ; mais est-il prouvé que ces espèces sont également nuisibles pour nous ? Assurément non ; ainsi elles ne rongent jamais la cantharelle, dont l'âcreté les tuerait sans doute, tandis qu'elle est sans effet sur notre organisme. D'un autre côté, des expériences répétées ont permis de s'assurer qu'elles peuvent manger sans danger quelques espèces toxiques pour nous, par exemple, toutes les amanites vénéneuses. Cependant, il convient de remarquer que si le poison n'agit pas sur les limaces lorsqu'on l'introduit par les voies ordinaires de la digestion, il en est tout autrement si on l'inocule sous la peau ; des injections sous-cutanées du suc toxique des amanites les tuent sûrement.

Il ne faut pas attribuer une plus grande importance pour la distinction des bons et des mauvais champignons à l'habitat. Il est certain qu'un principe qui se trouve chez les espèces qui habitent normalement les endroits secs peut se trouver plus dilué, partant plus énergique et plus facile à introduire dans l'organisme chez les individus de cette espèce qui se développent dans un lieu humide. Mais, conclure de ce changement de quantité à un changement de qualité serait une erreur ; et, de ce qu'un principe abonde dans certaines formes alors qu'il est rudimentaire dans d'autres congénères, la différence étant due à l'habitat, on ne saurait inférer que ce principe est créé de toutes pièces, sans qu'il soit compris, en si petite quantité qu'on voudra l'imaginer, dans les caractères spécifiques. Comme on le voit, cette distinction des champignons comestibles et vénéneux basée sur les considérations purement anatomiques et sur les propriétés organoleptiques n'est rien moins qu'absolue. Le mieux serait d'apprendre à reconnaître les espèces

comestibles par leurs caractères botaniques. Si le lecteur veut bien nous suivre, nous allons essayer de lui rendre la tâche facile.

Description des principales espèces comestibles et nuisibles. — Au premier rang des formes charnues à basides se place la famille des Agaricinés, caractérisée par son hymenium normalement inférieur et étalé sur des proéminences linéaires en feuillets rayonnants.

Le genre le plus abondant en espèces dans cette famille est *Agaricus*, qu'on reconnaît à ses spores de couleur variable; à ses feuillets toujours membraneux et à tranche aiguë; à sa substance charnue ou subfibreuse, jamais ni coriace ni déliquescente.



Fig. 49. — *Amanita cœsarea* Schœffer.

Le sous-genre le plus parfait de l'Agaric est *Amanita*, dont le trait distinctif est d'avoir des spores blanches, l'hyménophore distinct du stipe, des feuillets libres subdéliquescents, et l'hyménophore entièrement entouré dans sa jeunesse par un velum universel qui laisse en se rompant une bourse à la base du stipe (volva) et des débris sur le pileus (calyptre).

Parmi les Amanites qui jouissent d'une bonne réputation, on peut citer en premier lieu l'*Oronge vraie* (Fig. 49), reconnaissable à son chapeau d'un fauve orangé brillant. Elle est généralement comestible sur le continent; en France, elle est surtout abondante dans le Midi; on la trouve rarement aux environs de Paris. Elle se distingue de ses congénères par son pileus glabre, strié vers la marge, et par ses feuillets jaunes un peu frangés. L'*Oronge vineuse* est regardée

comme comestible. On en fait grand usage dans le département de la Meuse, où on la connaît sous le nom de *Golmotte*. On la reconnaît à son pileus d'un rouge vineux, à cuticule parsemée de nombreuses verrues proéminentes, farineuses, grises.

A côté de ces espèces recommandables, ce sous-genre en renferme un grand nombre qu'il faut soigneusement éviter. Tels sont : *Agaricus viperinus*, à pileus charnu, lisse, luisant comme de la soie ; *Ag. vernus*, caractérisé par son pileus d'abord ovoïde, puis étalé, déprimé, blanc, visqueux, à marge glabre et lisse, par son stipe renflé inférieurement, et son volva embrassant la base bulbeuse du stipe ; *Ag. phalloïdes*, à pileus campanulé, obtus, visqueux, jaune, à stipe atténué, à volva entièrement libre et non confluent, à odeur et à saveur très désagréables ; *Ag. solitarius*, à pileus parsemé de larges lambeaux membraneux concolores avec la cuticule, laquelle est blanche. Paulet rapporte un cas d'empoisonnement par cette espèce à Guise, en Picardie. L'*A. muscarius* ne jouit pas d'une bonne réputation ; on le trouve à terre dans les bois ; il est très abondant aux environs de Paris. L'extrait expérimenté par Gobley sur des animaux, à la dose de 25 grammes, a causé des accidents mortels à des lapins et à des cobayes. Son nom lui vient de ce que les entomologistes s'en servent pour empoisonner les mouches ; on le reconnaît à son pileus orangé ou écarlate, strié à la marge et couvert de verrues, à sa chair jaunâtre et à son volva adhérent composé d'écailles disposées en séries concentriques. L'*Ag. mappa* a causé des accidents en raison de sa ressemblance avec l'agaric de couche ; il en diffère par les caractères qui le rattachent aux amanites, c'est-à-dire, par la présence d'un volva et par ses spores blanches. Il est à remarquer que dans les amanites le principe toxique est généralement narcotique et stupéfiant, et qu'il agit principalement sur le système cérébro-spinal ; ce principe, dans les

autres sections de l'*Agaricus*, agit plutôt sur l'appareil digestif, dont il pervertit les fonctions au point de déterminer parfois la mort.

Le plus connu des champignons comestibles, parmi les Agarics, est assurément le champignon de couche, *Psalliota campestris* (Fig. 50), à spores d'un rouge pourpre, à feuillets d'abord d'un rose délicat, puis de la couleur des spores, à stipe annulé et à hyménophore libre. Son pileus est convexe, charnu, à bords arrondis, d'un fauve grisâtre ou jaunâtre, et de



Fig. 50. — *Agaricus campestris* L.

bonne heure soyeux peluché; son collier ample et d'un beau blanc se rabat sur le stipe; sa chair est blanche et ferme. Les variétés qui croissent spontanément dans les prairies sont recherchées par certaines personnes; elles ont une saveur plus accusée que la forme cultivée. On récolte ordinairement pour la table les individus jeunes, dont le pileus n'est pas encore fendillé en écailles. Cependant il est bon à toutes les époques de son existence.

Une espèce voisine pour le goût est *Ag. sylvicola* Vitt., à chapeau charnu, convexe, conservant un mamelon obtus, à surface glabre, blanche comme de

la neige, quelquefois un peu visqueuse; la chair est blanche, et prend parfois quand on la froisse, une légère teinte jaunâtre. Le stipe est élancé, bulbeux à la base, annulé, d'abord plein, puis souvent creux dans un âge avancé; l'anneau est membraneux, mince, descendant, persistant. Ce champignon est assez commun en été et en automne dans les bois; sa saveur est aussi agréable que celle du champignon ordinaire; cependant elle prend avec l'âge un goût d'âcreté très prononcé qui la rend désagréable. Citons encore comme comestible *Ag. setiger* Fr., à pileus d'abord convexe, puis dilaté et plat, roux et un peu soyeux, à feuillets d'abord d'un rouge très vif, et enfin d'un noir brun. La chair est ferme, légèrement roussâtre, d'une saveur très agréable. Il habite les endroits ombragés des bois, en automne.

On vend communément sur les marchés de Vienne *Ag. melleus*, espèce assez indifférente qui croît en automne en quantité immense d'individus réunis par la base, au pied des arbres. Il a le pileus recouvert de petites écailles pileuses, noires; la cuticule est lisse, striée sur les bords, d'abord jaunâtre et enfin brune; les feuillets sont d'un blanc sale, et deviennent rougeâtres quand le champignon est vieux ou quand on le froisse. Il a une saveur analogue à celle de l'agaric de couche. Il appartient au sous-genre *Armillaria*, caractérisé par ses spores blanches, son hyménophore confluent, et son velum partiel membraneux se rabattant en anneau. L'*Ag. fusipes* a les mêmes habitudes et la même station que le précédent, dont il possède aussi les qualités comestibles. Il lui est préférable cependant; on le reconnaît aisément à son stipe fusiforme, et à son pileus difforme, irrégulièrement convexe, ordinairement d'un marron foncé; il a d'ailleurs les caractères du sous-genre *Collybia*, dont il fait partie, c'est-à-dire, l'hyménophore confluent, le stipe muni d'une cuticule cartilagineuse, les spores blanches et le velum nul.

Une autre espèce, l'*agaric à pied épais*, dont le chapeau est charnu, convexe, puis irrégulier, ondulé sur les bords, et recouvert d'une poussière grise qui s'enlève avec le doigt, a aussi une saveur qui rappelle celle du champignon ordinaire. Elle croît par touffes, en automne, au pied des arbres, dans la forêt de Sénard. Paulet l'a donnée crue et par poignées aux animaux, mêlée avec de la viande; elle n'a produit aucun effet sensible. *Ag. scruposus* croît à terre dans les pâturages du midi de la France. On le reconnaît à son pileus charnu, convexe, obtus, glabre, doublé de feuillets blancs, arrondis, adhèrents au stipe; à sa chair blanche, ferme, d'un goût et d'une odeur très agréables. Il est très délicat, et, partant, très recherché.

Les accidents causés par l'*agaric pruineux*, qui se reconnaît à son pileus gercé au centre, d'une couleur brune ou puce tirant sur le violet, et couvert d'une pruine d'un gris blanc, engagent à n'en pas faire usage. *Ag. lacrymabundus*, dont le pileus charnu s'étale en forme de cloche soyeuse et est marqué sur les bords des débris de la cortine, croît à terre en automne, par groupes ou solitaire. Il n'est pas vénéneux; toutefois on ne le mange pas. Il donne un jus noir dont on se sert en Angleterre pour la fabrication du Ketchup.

Une des plus petites espèces comestibles est sans centredit *Ag. esculentus*, qui n'a guère plus d'un pouce de diamètre au chapeau avec un stipe très ténu. Le goût du champignon cru est amer et désagréable; cependant on l'apporte en grande quantité sur les marchés de Vienne; on le trouve abondamment dans les bois de sapins des environs. Les expériences faites par Paulet sur des animaux avec l'*agaric cinq-parts* ont prouvé qu'il n'était pas dangereux; on le reconnaît, comme son nom l'indique, à son pileus divisé en plusieurs parties. *Ag. nebularis;* à chapeau charnu convexe, enroulé en dessus à la marge, lisse, sec,

glabre, d'un gris uniforme, à chair blanche, ferme, d'une odeur et d'une saveur assez agréables, à spores blanches et à stipe dépourvu d'enveloppe cartilagineuse, se trouve dès la fin de l'été et en automne dans les bois. Paulet pense que ce champignon n'est pas malfaisant; pourtant il conseille de s'en méfier. Il est d'ailleurs, comme la plupart des espèces comestibles, très recherché par les insectes.

De Candolle a déterminé (1) un certain nombre d'espèces qui se mangent dans les environs de Montpellier, sous la dénomination commune de pivoulade de saule. Citons parmi ces espèces *Ag. translucens*, qu'on reconnaît à son stipe nul, très court ou latéral, et à ses feuillets d'abord pâles, puis lilas, enfin roussâtres; *Ag. cortinellus*, qui se distingue par son stipe blanc, creux, cylindrique, long d'un pouce, muni à la base d'une houppe de poils mous blancs, par son chapeau d'un jaune paille sale, aux bords duquel restent adhérents, sous forme de franges blanches et velues, les débris de la cortine qui recouvrait les feuillets; *Ag. cylindraceus*, qui croît en touffes sur les vieux troncs de saule, et dont le pileus est en forme de bouton arrondi; *Ag. attenuatus*, à stipe aminci à la base, s'évasant insensiblement jusqu'au sommet, long de deux à quatre pouces, central ou excentrique, toujours plus ou moins courbé ou tortu, muni vers son sommet d'un anneau fauve, descendant, placé très près des feuillets : ceux-ci sont d'un fauve sale, inégaux, adhérents, décurrents du grand côté quand le stipe est excentrique, rentrants de toutes parts quand il est central. Cette espèce croît en octobre sur les vieux troncs de saule.

Les coprins, qui sont très voisins des amanites par leur structure et leur mode d'évolution, sont caractérisés par leur hyménophore libre peu charnu, par leurs spores noires, subelliptiques, présentant

(1) De Candolle. *Flore française.*

très souvent un apicule latéral droit ou oblique; par leur stipe fragile un peu cartilagineux, glabre ou peluché poudreux, toujours creux ou fistuleux, nu ou annulé, et surtout par leurs feuillets tombant rapidement en déliquescence. Ils habitent tous le fumier ou un sol riche en humus. Ils ne renferment que peu d'espèces qui soient comestibles; je pense néanmoins que les autres ne sont pas dangereuses; mais leur déliquescence, et l'aspect noirâtre qu'elles prennent bientôt sont un obstacle à leur usage culinaire ou un motif de défiance. Une des meilleures est *Coprinus comatus* (Fig. 51), magnifique champignon qu'on trouve à la fin de l'été et en automne dans les lieux humides, dans les bois et les jardins, et qui se reconnaît à son pileus allongé, absolument cylindrique, blanc, peluché, branlant au sommet d'un stipe annulé long de deux décimètres. Par les temps de pluie, un suc rougeâtre coule le long des feuillets, qui sont eux-mêmes violacés et très serrés. On ne le mange qu'à l'état jeune.



Fig. 51. — *Coprinus comatus* Fr.

On range dans la même catégorie *C. atramentarius*, dont la saveur est peut-être inférieure, et qui tombe assez rapidement en déliquescence. Plusieurs champignons appartenant à ce groupe sont employés en Angleterre à la fabrication du Catsup, avec quelques variétés de l'agaric de couche, et une espèce d'amanite. Dans certains endroits, on se sert indifféremment de toutes les espèces propres à

donner un suc noir; la principale difficulté paraît être d'empêcher la décomposition.

Les espèces de Cortinaire se reconnaissent à leurs spores ferrugineuses et au voile aranéeux qui recouvrait les feuillets dans la jeunesse de la plante, et qui laisse ordinairement des débris plus ou moins fugaces aux bords du pileus et un collier autour du stipe. Elles sont généralement d'une consistance un peu coriace; elles ne sont pas vénéneuses, mais ne possèdent pas de grandes qualités. On peut manger sans crainte le *Cortinarius violaceo-cinereus* Fr., à pileus très charnu, d'abord couvert de poils qui ne tardent pas à se transformer en écailles, dans le début, d'une belle couleur violette qui se change bientôt en un gris uniforme. La chair est blanche, inodore, d'une saveur agréable. On le trouve à terre, en automne, dans les bois. Le *C. cinnamomeus* jouit également d'une bonne réputation. Il a une chair jaunâtre, et un pileus couleur cannelle; particularité curieuse, il rappelle le goût de cette épice. On en fait une grande consommation en Allemagne.

Le genre *Hygrophorus*, caractérisé par ses spores blanches et sa texture très aqueuse, fournit à la table *H. virgineus* et *H. pratensis*. Le premier est très-petit, atteignant à peine un pouce de diamètre, avec un stipe très-court et des feuillets largement décurrents; il compense sa petite taille par son abondance. Le second est plus grand, avec un pileus épais et charnu au centre, et des feuillets décurrents; il vient en groupes, tantôt par touffes, tantôt par portions de cercle. Sa couleur varie du chamois à l'orangé.

Le *Paxillus involutus* Batsch., caractérisé par l'hymenium distinct de l'hyménophore, avec un pileus charnu déprimé au centre, tomenteux et marqué de grosses stries à la marge dans un âge avancé, se rencontre fréquemment et en abondance sur les pelouses, au bord des fossés et le long des chemins. Il est presque inodore, avec une saveur

très faible et aqueuse; il émet un suc jaune qui poisse les doigts. Les expériences faites par Paulet avec ce champignon sur des animaux ont démontré qu'il n'est pas nuisible; rien n'engage cependant à en faire usage. Weinmann dit qu'on le mange en Russie, et le Dr Curtis le met au nombre des espèces comestibles des États-Unis.

Le genre *Lactarius* est caractérisé par un lait ordinairement coloré, contenu dans les cellules de la tige



Fig. 52. — *Lactarius piperatus* Fr.

et du chapeau. Le nombre des espèces comestibles est restreint. Citons cependant le lactaire délicieux, dont le lait est d'abord d'un beau jaune rougeâtre, puis prend une teinte verdâtre, comme du reste toute la plante lorsqu'on la meurtrit ou qu'on la brise. On le trouve sur un grand nombre des marchés de l'Europe, et il est généralement estimé. Le *L. volemus* est remarquable en ce qu'il donne un abondant suc laiteux blanc, d'une saveur agréable et douce, carac-

tère qui le distingue *a priori* de tous ses congénères nuisibles, chez lesquels le lait est âcre et piquant. On peut ranger parmi ceux-ci *L. piperatus* (Fig. 52), qui épanouit son pileus d'un blanc mat parmi les mousses dans les bois, à la fin de l'été; son lait a une saveur absolument poivrée; la moindre blessure le fait jaillir en abondance. Le Dr Curtis en fait une espèce comestible ; mais peut-être serait-il préférable de l'éviter. Le lactaire meurtrier est remarquable par son pileus charnu, convexe, mamelonné au centre, puis infundibuliforme, à surface légèrement veloutée dans la jeunesse de la plante, glabre à un âge avancé, et d'un rouge de brique uniformément répandu; par ses feuillets très rapprochés, inégaux, aigus aux deux extrémités, adhérents, d'un jaune rougeâtre ; par son stipe plein, cylindrique, un peu atténué à la base, glabre, blanc, ou du moins plus pâle que les feuillets. La chair est blanche et inodore; le lait blanc et très âcre. C'est un des plus dangereux champignons qu'on connaisse; ses effets, même à une très petite dose, sont désastreux. On recommande comme antidote l'huile en lavements et en boissons.

Parmi les espèces comestibles de Russules, il faut citer au premier rang *Russula heterophylla*, qui, d'après Vittadini, ne le cède en rien pour la subtilité et la suavité du parfum à aucun autre champignon, pas même à l'oronge vraie. Roques en fait une espèce comestible en France. Le *R. virescens* est fort recherché en Italie, dans les environs de Milan, où les paysans le mangent grillé sur la cendre avec un peu de sel. On en fait également une grande consommation dans le département des Landes. Dans les environs de Paris, où il croît assez abondamment, on ne le mange pas, parce qu'on ne connaît pas ses propriétés; sa couleur d'un bleu verdâtre est probablement le motif pour lequel on le repousse; il a le pileus d'abord convexe, puis étalé, avec une dépression au centre, et muni d'une cuticule quelquefois

lisse, plus souvent gercée en une multitude de petites aréoles. Une autre espèce comestible, *R. vesca* Fr., ne se recommande par aucune autre qualité que par celle d'être au moins inoffensive; elle n'a ni odeur, ni saveur, mais une chair assez ferme, blanche et résistante.

Il faut se garder de confondre ces espèces avec une autre du même genre qui possède des propriétés pernicieuses, la R. émétique (Figure 53), caractérisée par son pileus d'un beau rouge, brillant, lisse, strié vers le bord dans un âge avancé, et surtout par ses feuillets très-blancs, égaux entre eux, plus larges vers la marge du pileus et débordant en dents de peignes. La chair est rouge sous l'épiderme du chapeau, blanche partout ailleurs, cassante, fragile, d'une odeur particulière et d'une saveur très poivrée. Ce champignon croît à terre dans les bois, vers la fin de l'été et en automne. Sa taille est assez variable. *R. fœtens* (Fig. 54) est également dangereux.



FIG. 53.—*Russula emetica* Fr.



FIG. 54. — *Russula fœtens* Pers.

Une des espèces comestibles les plus sûres est *Marasmius oreades*, remarquable en ce que son stipe, dans un âge avancé, se colore en brun et se tord sur lui-même comme une corde. Malheureusement pour les mycophages, les individus sont petits. On les trouve au printemps et en automne, dans les prés.

Parmi les vrais Mousserons, qui appartiennent au genre Agaric, on peut citer *Ag. tricholoma Georgii* Fr., ou mousseron de France, remarquable par son pileus très charnu, convexe, ferme, lisse, à bords

fortement repliés en dessous, doublé de feuillets très nombreux, inégaux, adhérents par un très léger prolongement. Cette espèce est plus ou moins blanche dans toutes ses parties; la saveur et l'odeur sont très agréables. Pour la conserver on la dessèche : mais il faut la cueillir jeune pour éviter de la voir s'émietter sous les morsures des insectes. On la trouve le long des chemins et des sentiers des bois, en mai et en juin, parmi la jeune herbe.

On trouve dans les endroits ombragés des bois, vers la fin de l'été et en automne, la Cantharelle comestible (Fig. 55), dont l'odeur et la saveur sont véritablement appétissantes. Son goût rappelle celui de l'abricot. Non seulement, selon la pittoresque expression de Trattinnick, ce champignon n'a jamais fait de mal, mais il pourrait ressusciter un mort. Il est tout entier d'un jaune orangé ordinairement plus foncé en dessous. On le reconnaît aux nervures proéminentes qui s'anastomosent à la surface inférieure.



Fig. 55. — *Cantharellus cibarius* Fr.

Il en existe une variété toute blanche également comestible. La bonne réputation de ce champignon, malgré ses qualités, est cependant loin d'être générale, et tous les amateurs ne l'apprécient pas au même degré. Sa chair très blanche est ferme et même coriace; la cuisson ne suffit pas à atténuer sa consistance spongieuse ; quoi qu'il en soit, il a le mérite d'être très facile à reconnaître et parfaitement sûr. Les autres espèces de *Cantharellus* n'ont pas une égale renommée; mais elles sont pour la plupart au moins inoffensives. *C. rufescens* Fr. a été expérimenté par Paulet sur des chiens qui n'en ont éprouvé

aucun dérangement. *C. aurantiacus* Fr. est tout entier d'une belle couleur rouge, qui pâlit seulement quand le champignon a absorbé beaucoup d'eau. Les accidents qu'on lui a attribués ne sont pas tous authentiques, et Paulet ne reconnaît pas ses propriétés vénéneuses. Cependant il est prudent de s'en défier.

Dans la famille des Polyporés, le nombre des espèces comestibles est très restreint. La plus commune est *Boletus edulis* (Fig. 56), qu'on rencontre communément dans les bois, en été et en automne. Il a le pileus très charnu, convexe, un peu humide et velouté au toucher; les tubes adhérents entre eux, et faciles à séparer de l'hyménophore; les spores sont ferrugineuses; la chair est blanche, ferme, ne change pas de couleur quand on la froisse, et garde l'empreinte du doigt. Son odeur et sa saveur sont très agréables. Les échantillons jeunes sont préférables pour la table; on a coutume, avant de le préparer, d'enlever les tubes qui se détachent comme le foin d'un artichaut. *B. scaber*, bien caractérisé par les petites aspérités noirâtres qui donnent à son stipe un aspect raboteux, est également comestible, mais ne jouit pas d'une aussi bonne réputation; sa chair passe au rose dès qu'on la froisse. D'après M. Smith, *B. chrysenteron* aurait de même des utilités culinaires; toutefois, d'autres auteurs le regardent au moins comme suspect.



Fig. 56.—*Boletus edulis* Bull.

En général, on aurait tort d'accorder sa confiance aux espèces dont le latex s'oxyde rapidement au contact de l'air. Tels sont : *B. radicans*, à pileus charnu convexe, à bords repliés en dessous, à saveur et à odeur très désagréables, à chair jaune prenant d'abord

une teinte verte, puis bleuâtre; *B. luridus*, à face inférieure de l'hyménophore rouge, garnie de tubes jaunes, à chair blanche, ferme, bleuissant promptement à la moindre rupture. Sir Trevelyan affirme en avoir mangé sans conséquences fâcheuses; il ne serait pas prudent de répéter l'expérience.

Le *Polyporus tuberaster* Jacq., ou pierre à champignon d'Italie, est une espèce très singulière, qui croît en Italie sur des masses plus ou moins volumineuses composées de terre, de petites pierres et de débris végétaux agglomérés par le mycelium du champignon, lequel est blanc, byssoïde et très abondant. C'est une excellente espèce que l'on peut ainsi se procurer facilement par une culture artificielle; on le reconnaît à son pileus infundibuliforme d'abord glabre, puis écailleux dans un âge avancé. On lui a attribué certaines propriétés médicinales, notamment celle de guérir la phtisie pulmonaire. Toutefois aucune observation bien constatée n'est venue jusqu'à ce jour prouver la vérité de cette assertion.

Les espèces coriaces appartenant au même genre ne sont probablement pas vénéneuses; mais rien n'engage à en faire usage, car, suivant l'expression de M. Hussey, autant vaudrait manger des semelles. Au moins faudrait-il prendre les individus jeunes et encore juteux. Paulet a fait des expériences avec le *Polyporus varius* Fr., mais, comme le dit Léveillé non sans une pointe de malice, « on conçoit difficilement comment il a pu le faire manger à des animaux (1). » La plante, en effet, est coriace et presque ligneuse. — Certaines espèces, qui ne servent pas à l'alimentation, sont utiles en fournissant de l'amadou. Le meilleur est fourni par *P. fomentarius*, qu'on coupe en tranches, qu'on sèche et qu'on bat jusqu'à ce qu'il devienne mou. L'amadou, outre son emploi

(1) Paulet et Léveillé. *Iconographie des Champignons*, p. 99.

pour les mèches, sert à faire des coiffures chaudes et des vêtements ; il peut aussi arrêter les hémorragies. En Bohême, on creuse le pileus convexe de plusieurs grandes espèces, et on s'en sert comme de pots à fleurs pour la culture des plantes grimpantes.

La *Fistulina buglossoïdes*, remarquable en ce que ses tubes sont libres et non adhérents entre eux, offre des propriétés comestibles; cependant, en France, elle n'est guère recherchée. Elle présente l'avantage d'acquérir parfois un développement considérable. Elle a une chair juteuse, qui la fait ressembler à un bifteck, dont elle a en même temps la couleur. On la mange à peu près partout où on la trouve. A Vienne, on la coupe en tranches et on la mange avec la salade comme la betterave, avec laquelle elle prend alors une grande ressemblance.

La famille des Hydnés présente peu d'espèces intéressantes au point de vue économique; du reste, leur aspect seul autorise souvent la répugnance, et beaucoup sont coriaces.

Parmi celles qu'on peut manger, nous ne citerons que *Hydnum repandum*, à pileus sec, charnu, cassant, d'une belle couleur chamois, ou blanc, muni en dessous d'épines cylindriques très rarement aplaties, aiguës, friables, d'une couleur un peu plus foncée que celle de la cuticule du pileus, à stipe jaune. On le trouve à terre, dans les bois, où il forme le plus souvent des portions de cercle. Il fructifie en octobre et en novembre. Sa saveur rappelle un peu, quand il est cru, celle de la chanterelle; quand il est cuit, le goût âcre disparaît.

Parmi les Clavaires, citons comme comestibles *Sparassis crispa*, belle et grande espèce qui ressemble à un chou-fleur pour la taille et pour la forme ; *Clavaria coralloïdes* (Fig. 57), dont les digitations blanches ne s'élèvent pas à un décimètre, et dont la chair n'a pas d'odeur bien appréciable; *C. botrytis*, belle espèce entièrement blanche ou grise, quelque-

fois légèrement jaunâtre avec les extrémités des ramuscules rouges (1). Elle est très bonne à manger.

Il faut se défier du *Phallus impudicus*, à surface du pileus couverte de larges cellules remplies d'une pulpe verdâtre, d'abord charnue et gélatineuse, qui se résout bientôt en un liquide de la même couleur et d'une fétidité repoussante. Le volva est constitué par deux membranes coriaces, blanches, séparées par un mucilage concolore, épais, très consistant. Ce champignon croît à terre dans les bois, pendant une grande partie de l'année. Il est certainement vénéneux; d'ailleurs, son odeur de chair en putréfaction répugnera toujours à tous ceux qui seraient tentés d'en faire usage.



Fig. 57. — *Clavaria coralloïdes*

Dans les vrais Gastéromycètes, peu d'espèces sont recommandables. Cependant on peut faire usage dans leur jeune âge, de la plupart des vesseloups dont la consistance se prête à une préparation culinaire. Le *Lycoperdon giganteum* est particulièrement digne de remarque. Plusieurs *Bovista* sont réputés comestibles. Un *Scleroderma* qui croît abondamment dans les endroits sablonneux prend parfois, dans les pâtés, au détriment de leur saveur et de leur arome, la place de véritables truffes. Le *Polysaccum crassipes* jouit en Italie d'une bonne réputation. Toutefois, selon Léveillé, c'est un mets assez désagréable auquel il faut être habitué pour le trouver bon. Ce champignon peut fournir un jus qui teint les tissus en violet.

Au point de vue culinaire, le reste des champi-

(1) Dans cet état, Schumacher en fait une espèce distincte sous le nom de *C. acroporphyrea*.

gnons sporifères et les sporidiifères filamenteux ne présentent aucun intérêt, en raison de leur consistance ou de leur petite taille. Au premier rang des ascomycètes comestibles, il faut placer la plupart des morilles. La plus commune chez nous est *Morchella esculenta*, dont on connaît plusieurs variétés différentes par la couleur et par la forme et la grandeur des alvéoles. Elle est reconnaissable à son stipe creux, cylindrique, parfois renflé et crevassé à la base, continu avec un pileus creux, ovoïde, couvert extérieurement de nombreuses cavités irrégulières formées par des nervures proéminentes anastomosées. La surface intérieure est généralement d'un blanc sale, avec une apparence cotonneuse. Elle a une odeur et une saveur très agréables. On la trouve dans les bois, dans les prairies ombragées, le long des haies, dans les endroits herbeux, à l'abri des arbres, sous les vieux pommiers; elle est en fructification depuis le mois de mars jusqu'à la fin de l'été. On doit éviter de la cueillir par un temps humide ou sous la rosée, parce qu'alors il est très difficile de la conserver. La morille à moitié libre, *M. semilibera* DC. (Fig. 58), est également bonne à manger. Elle ressemble à la précédente, avec un stipe plus allongé, granuleux; un pileus creusé de sillons allongés, adhérent au stipe par sa moitié supérieure seulement. Les M. à pied épais et à pied crevassé jouissent d'une aussi bonne réputation. D'après Paulet, il faudrait se défier de *M. pleopos*, la seule du genre à laquelle on attribue des propriétés vénéneuses. Toutefois, c'est une espèce qu'on n'a pas retrouvée, et dont au-



Fig. 58. — *Morchella semilibera* DC.

cun autre auteur ne fait mention. Voici ce qu'en dit Paulet : « Cette morille qu'on trouve au printemps dans la forêt de Fontainebleau a déjà causé des accidents presque mortels. Elle diffère de la morille ordinaire par sa forme irrégulière, par sa tige qui n'est pas creuse, par un vilain aspect et par son odeur. »

Recommandable est l'*Eromitra gigas* Lév., qu'on mange en Italie comme la morille ordinaire. On la reconnaît à son pileus charnu, conique, brun, celluleux à la surface, adhérent par le sommet et sa partie moyenne interne au stipe, lequel est droit, renflé à la base, atténué au sommet, fistuleux, parsemé d'écailles. et d'un gris cendré. On trouve cette espèce aux environs de Florence, au printemps, dans les terrains sablonneux. Une espèce de *Verpa*, *V. patula* Fr.. reconnaissable à son pileus campanulé, libre en dessous, lisse, fauve, est donnée par Battara comme bonne à manger. Elle est également italienne. Le *V. digitaliformis*, rare en Angleterre, est donné par Vittadini comme se vendant en Italie sur les marchés. Toutefois, il ne paraît pas avoir de bien grandes qualités.

Beaucoup d'espèces de *Helvella* sont employées pour la table. On peut citer dans ce nombre *H. crispa* Fr., qui croît au printemps et surtout en automne dans les terrains sablonneux. Son pileus, qui est divisé en trois ou quatre lobes rabattus sur le stipe auquel ils adhèrent, varie beaucoup pour la couleur et la forme. Ce champignon est très bon à manger, mais il faut avoir soin d'enlever le stipe. Il se distingue par son pileus adhérent au stipe de *H. lacunosa*, qui est également bon, mais qui a le grave défaut de n'être pas commun. *H. leucophæa* croît vers la fin de l'été et en automne dans les bois; son pileus est divisé en trois ou quatre lobes rabattus non adhérents au stipe. Les asques sont très nombreux, octospores; les sporidies s'échappent souvent sous la forme d'un nuage poudreux. On peut le manger comme la mo-

rille; toutefois, il faut rejeter le stipe qui est coriace.

Dans les pézizes, il ne paraît pas y avoir de principes vénéneux ; mais les espèces sont pour la plupart si petites qu'on ne les juge pas dignes d'être récoltées. On se sert néanmoins pour la table de *Peziza acetabulum* L., de *P. badia* P., qui est au moins inoffensif, et de *P. cochleata* Huds., qui se recueille dans le comté de Northampton, en Angleterre, au lieu de morille. On le reconnaît à son hyménophore charnu, céracé, fragile, en forme de cupule fendue sur un des côtés, brune en dehors et en dedans, farineuse, lisse.

Les ascomycètes souterrains renferment l'une des meilleures espèces de champignons comestibles, la Truffe, qu'on trouve dans les terrains légers et sablonneux, en particulier dans les bois de chênes et de châtaigniers, à quelques centimètres de profondeur. Elle est ordinairement plus petite qu'un œuf; mais elle atteint quelquefois, selon Haller, jusqu'à quatorze livres. On emploie pour la récolter des porcs et surtout des chiens dressés à cette recherche. La truffe grise, qu'on trouve dans le Piémont, est aussi estimée que la précédente. On la reconnaît à sa couleur grise à sa surface lisse, à sa chair savoureuse et à son odeur d'ail. La truffe blanche, ainsi nommée de ce qu'elle est entièrement blanche dans sa jeunesse, a une odeur un peu nauséabonde. Les sangliers en sont très friands. Citons encore, pour terminer cette liste, quelques espèces de *Cyttaria* et de *Mylitta*, sans grand intérêt, le *Terfezia Leonis* Tul., qui est d'un blanc sale, moucheté d'une infinité de petites taches très rapprochées, qui passent du jaune au brun, et qui sont constituées par les asques, lesquels sont subglobuleux, octospores, contenant des sporidies sphériques et hérissées de pointes obtuses.

Une espèce de champignon est employée en méde-

cine ; c'est l'ergot de seigle, mycelium sclerotioïde d'une espèce de sphériacé du genre *Claviceps*, qui jouit de propriétés abortives. D'autres formes ont été regardées comme possédant des vertus médicinales. De ce nombre est l'*Elaphomyces granulatus* Fr., qu'on reconnaît à son peridium globuleux ou elliptique, homogène, indéhiscent, couvert extérieurement de petites verrues distinctes, anguleuses et obtuses, renfermant finalement des spores lisses entremêlées de filaments blancs. Il croît au printemps sous la terre, d'où il ne sort jamais. On le débitait en Allemagne comme un puissant aphrodisiaque; mais il paraît que sa réputation est usurpée. Le *Polyporus officinalis* était autrefois employé comme purgatif. On s'est servi également de l'*Hirneola auricula Judæ* contre l'ophtalmie, l'inflammation, l'angine, en décoctions et en lotions extérieures. Mais déjà au commencement de ce siècle l'usage de cette plante était presque abandonné. La Truffe a été regardée comme un véritable aphrodisiaque; la Vesse de loup commune jouit de propriétés astringentes qui peuvent être utiles dans les hémorragies ; on en peut préparer un bon amadou pour dessécher les ulcères sanieux ; sa poussière pourrait servir au même degré que celle du lycopode dans les excoriations de la peau des jeunes enfants; on peut l'employer aussi au théâtre pour produire les mêmes illusions d'éclairs. Certains polypores fournissent une poussière que les populations voisines de l'Obi emploient comme le tabac en poudre. Les cellules mycéliales stériles de *Penicillium crustaceum* sont employées à la fabrication du vinaigre sur une petite échelle. L'amanite mouche est utile pour détruire les mouches, les punaises et autres insectes familiers et incommodes. Elle rachète par ce service ses propriétés vénéneuses.

Propriétés vénéneuses; intoxication. — Les

désordres causés par les champignons vénéneux sont très variables dans leur marche, dans leurs symptômes et dans leurs suites. Ils agissent tantôt comme narcotiques, surtout les amanites; tantôt comme pénétrants caustiques, déterminant un étranglement analogue à celui causé par le vitriol ; tantôt comme violents émétiques ou diarrhéiques; tantôt comme des éponges indigestibles qui obstruent l'estomac et peuvent amener de graves perturbations dans ses fonctions. La nature des propriétés vénéneuses des champignons étant encore absolument inconnue, ou du moins la différenciation des principes toxiques ne se manifestant que par la dissemblance des symptômes de l'empoisonnement, il en résulte qu'on ne peut tirer aucune indication pour le traitement, de la connaissance de l'espèce absorbée.

Cependant cette connaissance est utile au médecin pour établir son pronostic. Une terminaison fatale est à craindre avec les espèces à poison volatil qui agissent directement sur le système nerveux, tandis qu'on a plus de chances de sauver le malade lorsqu'on a affaire aux drastiques ou aux émétiques, dont le poison plus fixe n'a généralement d'action immédiate que sur les voies digestives, les accidents ultérieurs de la sensibilité n'étant dus qu'à des actions réflexes sans aucune lésion de l'appareil nerveux. Les médecins un peu familiers avec la science mycologique sauront vite à quelle sorte de poison ils ont affaire, par l'étude des débris qu'ils pourront recueillir, épluchures de cuisine ou résidus évacués par les voies digestives. Les spores peuvent surtout être d'une grande utilité, car leur forme générale est constante dans un même groupe, de sorte que si leur examen ne conduit pas à la détermination immédiate de l'espèce absorbée, il indiquera du moins si cette espèce appartient à la classe des drastiques ou à la classe des stupéfiants. Les espèces les plus dange-

reuses des agaricinés appartiennent aux genres Amanite, Russule et Lactaire; on saura qu'on a affaire à une amanite si les spores recueillies sont blanches, lisses, ovales, et munies d'un apicule mamelonné, latéral, droit ou courbé; à une russule ou à un lactaire si elles sont globuleuses et hérissées de protubérances verruqueuses ou chagrinées. L'odeur de l'hyménophore et de ses parties annexes charnues est aussi, dans ces deux derniers genres, très caractéristique; mais il faut la connaître.

Enfin, le temps écoulé entre l'ingestion des champignons et l'apparition des premiers accidents est un symptôme très important à observer; en effet, dans les espèces qui attaquent violemment les parois digestives, les désordres commencent à l'arrivée des aliments dans les intestins, une ou deux heures après le repas; au contraire, chez les amanites, dont le poison plus lent n'agit qu'après son infiltration dans toute l'économie, ils surviennent six ou huit heures après le repas.

Symptômes; traitement. — On éprouve d'abord un vague sentiment d'oppression, comme il arrive pour toute digestion laborieuse ou mauvaise; puis une tension de l'estomac ou du bas-ventre avec chaleur et douleurs internes, de l'anxiété, des nausées, et de violents efforts de vomir, qu'il faut se hâter, puisqu'ils sont presque toujours l'indice de la mauvaise qualité du champignon, de seconder et même de provoquer, lorsqu'ils ne se font pas d'une manière spontanée suffisamment prompte. Ensuite viennent les tranchées, des coliques violentes, les évacuations alvines, la cardialgie, des palpitations, des étouffements, l'oppression, la soif ardente, la dysenterie, l'altération du visage, les convulsions, les défaillances, le délire, la dilatation de la pupille, la stupeur, les hoquets, les sueurs froides et la mort.

La marche du mal est plus ou moins rapide suivant les cas; la terminaison, lorsqu'elle est fatale, arrive parfois en quelques heures, parfois en quatre ou cinq jours. Si le patient a attendu pour prendre les remèdes que les évacuations se soient produites spontanément, il est rare qu'il ne soit pas victime de son imprudence ; car alors la digestion étant faite, la masse du sang est infestée des principes pernicieux qui portent la mort dans toutes les parties du corps. En toute hypothèse, dès qu'on se sent incommodé après avoir mangé des champignons, il faut provoquer les vomissements le plus tôt possible, par des moyens artificiels, ou par l'absorption d'une substance émétique quelconque, du sulfate de zinc, par exemple. En même temps, on prendra un purgatif pour débarrasser les intestins des matières toxiques qui auraient pu y pénétrer par un commencement de digestion ; on pourra y joindre des lavements avec de l'eau de savon ou mieux avec une décoction de tabac.

« Lorsque l'estomac et les intestins sont parfaitement nettoyés, lorsqu'il ne sort plus rien qui offre des traces de champignons, on emploie les adoucissants pour combattre l'irritation qui s'est produite. Ainsi l'on donne en tisane de l'eau de gomme, de graine de lin ou de racine de guimauve. On fait prendre un bain ; on applique des cataplasmes émollients sur les points douloureux ; on pose même des sangsues quand l'inflammation paraît trop grande. Si la tête est prise, on a recours aux révulsifs comme les sinapismes et les vésicatoires aux jambes. Enfin, lorsque les accidents seront dissipés, le lait devra être employé comme remède, puis comme premier aliment. On fera bien d'en user même pendant toute la convalescence. » (Morel.)

Une précaution indispensable, en cas d'empoisonnement, c'est de ne prendre aucun liquide qui puisse faciliter la digestion des champignons, du vinaigre, par exemple, de l'alcool ou de l'eau salée, servant

alors de véhicule capable de transporter dans tout l'organisme les principes mauvais.

Préparation des espèces dangereuses. — Plusieurs méthodes ont été proposées pour rendre inoffensives les espèces les plus dangereuses ou pour atténuer les effets de l'empoisonnement par les champignons. Une des plus singulières et des plus simples est celle qui nous vient des Anglais, et qui consiste à faire prendre au malade une grande quantité de sucre raffiné, et, si le cas est désespéré, à ouvrir une veine pour y injecter de l'eau sucrée. Ce remède toutefois n'est pas consacré par des observations authentiques.

Des expériences ont été faites sur des animaux par Paulet d'abord, puis par MM. Pouchet, Letellier et Roques avec des champignons auxquels ils avaient fait subir une macération,et toutes ont donné d'excellents résultats. Mais ces expériences, faites *in anima vili*, ne démontraient pas l'innocuité pour l'homme des espèces employées. M. Gérard essaya le procédé sur lui-même avec un plein succès. Voici comment il décrit sa méthode : « Pour chaque 500 grammes de champignons coupés en morceaux d'assez médiocre grandeur, il faut un litre d'eau acidulée par deux ou trois cuillerées de vinaigre, ou deux cuillerées de sel gris. Dans le cas ou l'on n'aurait que de l'eau à sa disposition, il faut la renouveler une ou deux fois. On laisse les champignons macérer dans le liquide pendant deux heures entières, puis on les lave à grande eau. Il sont alors mis dans l'eau froide qu'on porte à l'ébullition, et, après un quart d'heure ou une demi-heure, on les retire, on les lave, on les essuie et on les apprête soit comme un mets spécial, et il comporte les mêmes assaisonnements que les autres, soit comme condiment. » L'usage de l'eau acidulée est indispensable avec les champignons qui contiennent un principe narcotique ; quant aux

autres, qui sont simplement âcres ou caustiques, il suffit de les faire bouillir pour éliminer les substances nuisibles.

Les expériences de M. Gérard furent d'abord privées et personnelles ; bientôt il y fit prendre part les divers membres de sa famille ; et enfin il les répéta en public devant une commission nommée par le préfet de police, qui fit un rapport des plus favorables. Une autre commission nommée par le comité de salubrité publique, et dont faisaient partie MM. Flandin, Beaude et Cadet-Gassicourt, expérimenta le procédé sur un mets composé entièrement de fausses Oronges ; l'expérience réussit pleinement.

Il est facile d'expliquer le phénomène par lequel les espèces les plus dangereuses deviennent inoffensives grâce à une préparation si simple. La plupart des champignons contiennent soit libre, soit en combinaison, un acide particulier, fixe, inodore, qu'on nomme acide fongique. Il se trouve dans tous, mais en quantité variable, suivant les espèces, une matière fibreuse cellulosique qui leur est propre, et qu'on nomme fongine. Elle a été découverte par M. Braconnot ; c'est une matière molle, blanche, insipide, qui brûle rapidement dès qu'elle est desséchée. Elle forme la base des champignons ; elle contient leur principe actif et par suite détermine leurs propriétés bonnes ou mauvaises. Or, la fongine, à peine soluble dans l'eau, est au contraire très soluble dans les acides. D'où il résulte qu'elle disparaît facilement sous l'influence de l'eau acidulée, et en même temps le principe toxique avec lequel elle se trouve mélangée ou combinée.

Valeur nutritive des champignons — N'eût-on pas confiance dans ce procédé qu'il ne faudrait pas néanmoins, parce que certaines espèces sont dangereuses, s'abstenir de manger celles qui sont

reconnues bonnes par un usage de tous les jours. — Au point de vue alimentaire, les champignons sont assez riches en matières azotées. Voici, d'après Payen, un tableau comparatif de la valeur nutritive de quelques champignons communs :

	CHAMPIGNON de couche	MORILLE	TRUFFE blanche	TRUFFE noire	
Eau	91.01	90. »	72.34	72. »	
Composés azotés et trace de soufre	4.68	4.4	9.96 α	8.76 β	α. — Calculé d'après 1.532 d'azote. β. — Calculé d'après 1.35 d'azote.
Matière grasse	0.40	0.56	0.44	0.56	
Cellulose, dextrine, sucres divers et autres composés tertiaires	3.45	3.68	15.16	16.59	
Sels (phosphates et chlorures alcalins, calciques, magnes) et silice	0.46	1.36	2.10	2.09	
	100. »	100. »	100. »	100. »	

Ces quantités sont données pour 100 parties en poids de tissu frais. Ce tissu étant desséché à 100°, nous obtenons par un calcul très simple, sur 100 parties en poids : pour l'agaric de couche, 52,02 de matières azotées; pour la morille, 44; pour la truffe blanche, 36, et pour la truffe noire, 31,643. Toutefois, il est bon de remarquer que ces matières azotées ne sont pas exclusivement composées de substances entièrement assimilables et qu'il est probable qu'elles ne sont pas toutes alimentaires au même degré. Quoi qu'il en soit, voici un second tableau, également dû à Payen,

qui permettra de se rendre compte de la valeur nutritive de diverses substances comparée à celle des champignons :

	1° Fraîche. EAU	1° Fraîche. AZOTE	1° Fraîche. CARBONE	1° Fraîche. GRAISSE	2° Sèche. AZOTE	2° Sèche. CARBONE	2° Sèche. GRAISSE
Viande de bœuf sans os..........	78.	3.	11.	2. (à 20)	13.6	50.	9.1
Œufs	80.	1.9	13.5	7.	9.5	67.4	35.
Haricots..	10.	3.92	43.	2.8	4.35	47.8	31.
Pain blanc de Paris...	35.	1.08	29.5	1.2	1.66	45.2	18.4
Champignon de couche.....	91.	0.66	4.52	0.4	7.35	51.	4.4
Pommes de terre....	74.	0.33	11.	0.1	1.27	42.4	0.385

Les champignons comestibles constituent une nourriture délicate, parfumée, saine, de facile digestion, pourvu qu'on n'en abuse pas. De plus, ils fournissent sous un petit volume la quantité de matière azotée nécessaire à l'entretien du corps. « Le Dr Letellier, écrit encore M. Morel, s'est nourri exclusivement pendant trente-six heures de 300 grammes de champignons assaisonnés seulement d'un peu de sel, et arrosés d'un ou deux verres d'eau fraîche. Il ne prenait absolument rien autre chose, ni solide, ni liquide ; cependant il se trouvait abondamment nourri ; car il vaquait à ses occupations ordinaires, sans plus de fatigue que de coutume. Il n'éprouvait même rien de ce qui révèle les premiers symptômes de la faim, comme les bâillements, les faiblesses ou les tiraillements d'estomac. »

D'où l'on peut conclure que les champignons ont une valeur alimentaire qui peut rivaliser avec celle des substances animales les plus nourrissantes, ce qui fait qu'on doit, sous peine d'indigestion, en user

toujours modérément. De plus, dernière recommandation, on doit éviter de s'en servir pour la table lorsqu'ils ont subi un commencement de décomposition, parce que cette décomposition fait naître des principes délétères. En cas de doute, on fera bien d'user en abondance de sel et de vinaigre ; — il est à remarquer aussi que la cuisson prolongée fait disparaître souvent tout principe nuisible ; ainsi le suc des amanites vénéneuses, toxique tant qu'il n'a pas subi l'ébullition, devient inoffensif après une ébullition de quelques minutes et une seconde filtration.

CHAPITRE XI

CHAMPIGNONS NUISIBLES

Espèces nuisibles; leurs effets dans les maladies de la peau. — Formes épizoïques et entomogènes. — Parasites.

Espèces nuisibles; leurs effets dans les maladies de la peau. — Plusieurs formes fongoïdes microscopiques peuvent amener, par leur présence et par leur développement à l'intérieur des organes, de graves perturbations dans le jeu normal des fonctions. C'est ainsi que l'*aspergillus fumigatus* produit chez les gaveurs de pigeons une pseudotuberculose qui, avec tous les caractères de la tuberculose bacillaire, diffère de celle-ci par l'absence absolue de microbes.

Les gaveurs atteints par cette maladie sont essoufflés, toussent et crachent du sang; l'auscultation révèle chez eux des symptômes de tuberculose pulmonaire; mais un examen approfondi des crachats rendus, qui renferment le mycelium de l'aspergillus, démontre jusqu'à l'évidence l'origine mycosique de l'affection. Les spores du parasite se retrouvent à la surface des graines; elles se développent à la fois dans les poumons des pigeons et dans ceux des gaveurs; les fragments de mycelium peuvent être développés et produisent les filaments sporifères caractéristiques de l'espèce.

Certaines espèces agissent sur l'économie humaine d'une manière tout aussi pernicieuse, mais différente, en aggravant ou en provoquant les maladies de peau. On a donné des noms particuliers à chaque forme parasite déterminant une maladie spéciale, mais il n'est pas impossible que ces formes ne soient des modifications unicellulaires et stériles d'espèces plus élevées, dont les conditions parfaites et fructifères se rattachent à l'*Aspergillus* ou au *Penicillium*.

Les principales dermatoses attribuées à la présence

de champignons microscopiques sont la plique polonaise, l'alopécie, la teigne. Cette dernière doit son principe à une espèce de *trichophyton* (*T. tonsurans* Malm.), végétal formé uniquement de cellules-germes qui se développent dans la peau ou dans l'intérieur de la racine des cheveux, sous forme d'un amas arrondi.

Il est l'origine d'affections dont chaque période a reçu un nom différent, et ce nom change également quand la maladie siège sur la peau, dans la tête, dans la barbe. C'est ainsi que, dans la première période, si le trichophyton est placé sur la peau dépourvue de poils, on nomme la maladie *herpes circinatus*; s'il est sur la tête, on l'appelle *herpes tonsurans;* s'il est placé dans la barbe, on l'appelle *sycosis*. Il est à remarquer que l'existence de ce parasite sur un sujet est ordinairement liée à une diathèse dartreuse, herpétique, scrofuleuse ou syphilitique.

La teigne faveuse (*porrigo favosa scutellata* Bazin) est due à la présence d'un parasite mycosique, l'*achorion Schœnleinii* Remak; le muguet, à l'*oïdium albicans* Ch. Robin. Le *microsporon furfur* Ch. Robin, qui siège sous l'épiderme de la face, dont il se nourrit, est l'origine de diverses variétés de pityriasis, et peut-être du masque des femmes enceintes. Le *chionyphe Carteri* Berk. est donné comme la cause d'une maladie des os du pied particulière aux Indes; mais, suivant Charles Robin (1), sans raison.

Toutes les formes parasitaires végétales qui s'attaquent ainsi aux organismes animaux encore vivants ne sont composées que de sporules, qui puisent directement leur nourriture sans l'intermédiaire d'un mycelium. En l'absence de tout autre élément de détermination, plusieurs auteurs ont conclu à l'unité spécifique de ces productions, et les ont toutes attribuées à un seul et même être, un *penicillium*, chacune n'étant qu'une variété

(1) Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux parasites*. Paris, 1853.

sporoïde de ce *penicillium*, dont la caractéristique serait fournie par l'habitat et le port.

Il est certain que le *penicillium* se développe bien sur toute substance organique, et qu'il n'a point de préférences ; mais, d'un autre côté, les spores du *penicillium*, introduites dans l'organisme humain, ne se sont pas développées, tandis que l'inoculation des germes des productions énumérées plus haut a produit la maladie spéciale à chacune d'elles. D'où l'on peut conclure qu'elles diffèrent spécifiquement l'une de l'autre, et que, de plus, elles sont distinctes du *penicillium*.

On a attribué à d'autres maladies épidémiques une origine parasitique fongoïde, au choléra, par exemple, à la diphtérie, aux aphthes, à la rougeole et à la scarlatine. Pour le choléra, il est reconnu que les évacuations et les déjections contiennent souvent des formes de champignons, particulièrement des sporules et des mycelium en voie de développement de plusieurs moisissures. Mais ces végétations ne se manifestent pour la plupart que lorsque les matières qui les contiennent sont en voie de décomposition. Or, on les rencontre dans les déjections provenant d'autres maladies, et on les trouve dans tous les liquides animaux qui se décomposent.

Un autre argument contre la théorie qui attribue le choléra à des germes fongoïdes repose sur ce fait qu'il n'y a aucun lien entre le nombre des spores présentes dans l'atmosphère et l'apparition de telle ou telle maladie, ni entre la présence ou l'abondance d'aucune forme spéciale de cellules et le règne d'une maladie épidémique déterminée.

La rougeole des armées a été regardée par le Dr Salisbury (1) comme devant être attribuée aux

(1) Salisbury. *American Journal of medical science*, 1866, 2e série, tome LI, p. 51 ; et *Annales d'Hyg.*, 1868, 2e série, tome XXIX, p. 417.

spores secondaires qui se formeraient des pseudo-spores germant dans la paille humide, et seraient disséminées dans l'air.

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, il est un fait indiscutable, c'est que les germes organiques contenus dans l'atmosphère, et appartenant soit à la nature végétale, soit à la nature animale, se développent dès qu'ils trouvent un terrain approprié. L'humidité, source de tant d'affections, ne favorise leur développement qu'en augmentant celui des germes, dont l'éclosion détermine ici la maladie, ailleurs le phénomène de la putréfaction. L'absence de l'air ou l'abaissement de la température tuent tous les germes, et c'est ce qui explique la conservation des viandes par le froid. Les chirurgiens ont reconnu le danger de laisser les plaies en présence de l'air, non à cause de l'air lui-même, mais par suite des germes qu'il renferme et dont l'introduction dans l'organisme serait fatale. Voilà pourquoi, après avoir lavé les plaies et les avoir imbibées d'un liquide antiseptique, ils y appliquent du collodion, de la ouate ou toute autre matière qui puisse s'opposer au passage de l'air (H. Grignet).

M. Cooke rapporte un exemple intéressant des effets pernicieux produits sur l'organisme par l'absorption par les voies respiratoires des spores de certains champignons. Un préparateur aux Jardins botaniques d'Edimbourg disposait pour une démonstration quelques spécimens desséchés d'une grande Vesse-de-loup, dont il respira par hasard les spores pulvérulentes.

Une inflammation se déclara et il fut obligé de recevoir les soins d'un médecin et de garder quelque temps la chambre. Toutefois, la plupart des spores ne sont pas à ce point délétères, et l'atmosphère des bois, qui, en automne, en raison de l'abondance des formes charnues, est chargée de basidiospores, ne paraît pas plus dangereuse à respirer à cette époque qu'au printemps.

Diverses espèces exercent une influence fatale sur les animaux domestiques. Au premier rang de ces champignons pernicieux on peut placer l'ergot de seigle, que les bestiaux mangent souvent avec les graminées sur lesquelles il se développe.

Le résultat est qu'ils mettent bas prématurément, résultat bien établi par ce fait qu'on le constate le plus fréquemment dans les saisons qui sont le plus favorables au développement de l'ergot. La rouille et la nielle passent aussi pour avoir de fâcheux effets, mais ceux-ci, si tant est qu'ils soient réels, ne sont pas encore bien définis ; un grand nombre d'éleveurs d'ailleurs les nient.

Formes épizoïques et entomogènes. — Les insectes sont sujets à l'attaque de plusieurs espèces appartenant aux mucédinés ou aux sphériacés. Tantôt c'est la forme parfaite qui se trouve développée, tantôt le mycelium ne va pas au delà de la production de sporules ou même reste entièrement stérile. Tantôt encore, comme nous l'avons vu dans le chapitre consacré à la théorie du polymorphisme, la forme entomogène n'est qu'une condition d'un être plus parfait et plus complexe qui comprend cette forme dans son cycle d'évolution.

Chaque espèce différente a ordinairement un parasite spécial. Le plus curieux est celui qu'on connaît à la Guadeloupe sous le nom de *guêpe végétante* (1), et qui, dans certains cas, attaque l'insecte encore vivant. Les entomologistes s'accordent généralement à regarder le parasitisme des entomogènes comme la cause déterminante de la mort des insectes, et non comme un accident consécutif à cette mort.

C'est là toutefois une question assez difficile à résoudre. Le champignon peut commencer son attaque

(1) *Torrubia sphecocephala* Tul. (*Selecta fungorum carpologia*, III, 17).

sur les larves, développer son mycelium et produire une masse sporuleuse dans la nymphe; plusieurs sont probablement détruites pendant cette période; mais si les organes essentiels à la vie ne sont pas atteints, l'animal résiste et le champignon termine son évolution dans l'insecte parfait.

Au point de vue économique, le plus funeste des champignons entomogènes est celui qui attaque le ver à soie, et qui détermine la maladie connue sous le nom de muscardine. On le reconnaît à ses filaments fertiles blancs, dressés, simples ou brièvement dichotomes, à rameaux épars, à ses spores globuleuses ramassées en tête au sommet des rameaux. Montagne lui a donné le nom de *Stachylidium Bassianum*. Les insectes attaqués par ce champignon sont fatalement voués à la mort : on n'a pas encore trouvé de remède destiné à combattre utilement ses effets.

Une autre espèce appartenant à la famille des Pyrénomycètes et nommée *Laboulbenia Rougetii*, se développe sur les antennes, le thorax, les pattes et les élytres de plusieurs Brachines. Elle se distingue à son stroma inversement conique, turbiné ou allongé, composé de cellules nettement délimitées, terminé au sommet en filaments articulés fasciculés, à son périthèce membraneux un peu corné, ovoïde, ouvert au sommet par un pore, et rempli de sporidies fusiformes un peu glaucescentes, qui sortent au dehors mêlées à un magma gélatineux ou à des filaments byssoïdes, très ténus, transparents.

On a essayé une application très singulière de cette faculté qu'ont certaines espèces déterminées de se développer dans les tissus animaux. L'*Italia agricola* dit à ce sujet : « D'après le *Bolletino della Societa dei microscopisti*, l'idée de combattre les insectes nuisibles en multipliant les champignons qui vivent sur eux en parasites commence à se répandre dans la pratique. Le docteur Brogniart a constaté que ce sont surtout les champignons microscopiques appartenant à la

classe des entomophores qui attaquent et tuent le plus facilement les parasites ordinaires. On peut les obtenir en masse sans frais, en les semant sur des insectes quelconques. Il existe en Russie un petit établissement où l'on se livre à la culture des cryptogames insecticides, et qui a déjà donné de bons résultats dans la destruction des coléoptères qui causaient de grands ravages aux champs de betteraves. » Nous pensons toutefois que cette méthode, quel que soit son succès dans des expériences restreintes, serait difficilement appliquée sur une grande échelle.

Des essais analogues ont été tentés tout récemment en France. Le ver blanc est sujet aux attaques d'un parasite fungique polymorphe, dont on ne connaît encore que deux formes, représentées, la première, par un *Botrytis* (*B. tenella*), et la seconde, par un *Isaria*. Ces deux états différents du même être ont été déterminés séparément par MM. Prillieux et Giard, qui ont cherché en même temps les moyens de les propager. Il résulte des expériences faites jusqu'à présent que la multiplication artificielle du parasite peut s'obtenir, soit grâce à une culture directe dans un milieu liquide, soit grâce à la transmission du mal par des larves infestées. Des résultats importants ont été obtenus, qui permettent d'espérer qu'on sera, dans un avenir rapproché, en possession d'une méthode certaine de propagation de la maladie du ver blanc. La propagation de la maladie du Criquet Pélerin, également due à la présence d'un *Botrytis* (*B. acridiorum* Trab.) est loin de donner les mêmes résultats satisfaisants, non pas que la culture de l'espèce soit impossible, mais en raison du caractère très bénin de l'affection, qui n'attaque que les individus parfaits et ne se transmet que rarement.

Parasites. — Les petites espèces épiphytes sont surtout préjudiciables aux intérêts de l'homme par les ravages qu'elles opèrent sur les végétaux sur les-

quels elles s'implantent. Une des plus redoutables est le *Peronospora infestans*, qui attaque la pomme de terre. On le trouve à la surface inférieure de la feuille et sur les tubercules; toutefois, il n'est pas absolument certain qu'il soit la cause de la maladie.

Quelques auteurs l'attribuent à des conditions extérieures qui déterminent par leur concours l'affaiblissement du végétal, sans que le parasite soit pour rien dans cet affaiblissement, qui pourrait être causé, par exemple, par l'usage trop souvent répété de la reproduction agame. Dans ce cas, la végétation du Péronospore serait purement accidentelle; la maladie en serait indépendante, et même le parasite pourrait fréquemment épargner les organes malades. D'autres voient dans l'affaiblissement de la plante une cause agissant à un haut degré sur le développement du parasite, lequel en prospérant détruirait les tissus de sa victime. D'autres enfin attribuent la maladie tout entière, dans ses manifestations et dans ses suites, à la présence seule du parasite.

Les observations de M. de Bary semblent démontrer que cette dernière opinion est la seule fondée. Si l'on vient à semer les spores du Péronospore sur les individus sains, ceux-ci ne tardent pas à donner les signes caractéristiques de la maladie. De plus, l'altération des tissus est absolument la même que dans les plantes attaquées spontanément. Il ne paraît pas y avoir de prédisposition innée ou acquise à contracter la maladie, qui semble atteindre de préférence les individus les plus robustes. Le parasite agit surtout en amenant la décomposition du tissu cellulaire avec lequel son mycelium est en contact.

D'autres Péronospores attaquent les laitues, les épinards, le trèfle, le sainfoin, les oignons; malheureusement les armes manquent encore pour les combattre.

La Vigne a à lutter contre de nombreux ennemis parmi lesquels il faut compter une espèce d'oïdium,

O. Tuckeri, qui paraît n'être que la forme à conidies d'une espèce d'érysiphé encore inconnue, et qui forme des flocons filamenteux d'un blanc sale à la surface des feuilles. Il exerce ses ravages sur les vignobles et sur les individus isolés; malheureusement, il n'est pas le seul ennemi que la vigne ait à combattre, et le phylloxéra est beaucoup plus à redouter que l'oïdium.

M. Cooke indique comme dévastant les houblonnières le *Sphœrotheca Castagnei* Lév., ou nielle du houblon, caractérisé par des taches blanchâtres qui apparaissent sur les deux surfaces des feuilles, et au milieu desquels naissent les périthèces noirs caractéristiques de l'espèce. M. Montagne donne comme synonyme à cette espèce l'*Erysiphe erodii* (1), qu'il a déterminé avec M. Durieu de Maisonneuve, et qui est caractérisé par ses périthèces sphériques, petits, raides, roussâtres, presque noirs, accompagnés de filaments simples, flexueux, blancs, et remplis d'asques octospores, à sporidies ovoïdes-oblongues. Il a été trouvé à Oran, par M. Durieu, sur les deux surfaces des feuilles de l'*Erodium moschatum*.

Les arbres fruitiers ne sont pas épargnés. Sur le poirier se développent les cupules en grillage de *Rœstelia cancellata* Tul., qui se trouvent à la surface inférieure des feuilles. A la partie correspondante de la surface supérieure se montrent des taches arrondies, orangées, marquées de petits points noirs; en dessous se forme une protubérance arrondie d'un jaune brun, qui se divise en plusieurs mamelons bientôt ouverts au sommet.

Chaque ouverture est surmontée de petits filaments réunis par l'extrémité, et qui forment comme une cage entre les barreaux de laquelle sortent les pseudospores.

Le *Cystopus candidus* s'attaque aux choux et aux

(1) Montagne. *Sylloge cryptogamarum*, p. 253.

autres crucifères; le *Puccinia prunorum* aux feuilles de presque toutes les espèces de pruniers.

Enfin, certaines productions qu'on rangeait autrefois parmi les champignons sous le nom d'*erineum* s'emparent des feuilles d'un grand nombre de plantes; toutefois, elles doivent être considérées plutôt comme une altération superficielle des tissus que comme une véritable végétation fongoïde.

Tout récemment la puccinie des mauves a pu faire craindre une invasion sur toutes les plus belles roses trémières. Ce champignon est commun sur les mauves sauvages, et il est possible qu'il étende ses ravages aux autres espèces de malvacées.

On a proposé contre ce parasite l'emploi du liquide de Condy étendu d'eau, à raison de quatre parties de liquide pour une d'eau. Même avec une dose double les feuilles restent indemnes, et le parasite meurt instantanément. Le liquide doit être étendu avec une éponge; cette méthode est préférable à l'usage de la seringue, qui n'atteint pas assez toutes les parties infestées, et qui permet au parasite imparfaitement détruit de se renouveler; ce parasite, comme tous les êtres malfaisants, a la vie très dure.

Les céréales sont victimes de plusieurs maladies d'origine parasitaire, dues à le présence de plusieurs espèces de coniomycètes qui y déterminent la rouille, le charbon et la carie. « La rouille, constituée par le *Trichobasis rubigo vera* Lév., se développe particulièrement à la face inférieure des feuilles, sur les gaines et parfois sur la tige de la plupart des graminées; on la voit quelquefois, mais rarement, envahir les glumes et parfois les grains eux-mêmes. Elle apparaît sous la forme de points d'un blanc jaunâtre, ovales, allongés, légèrement saillants, tantôt épars, tantôt rapprochés; l'épiderme se fend longitudinalement, et il en sort une poussière jaune orangée qui s'attache aux doigts. Quand la rouille est très abondante, les feuilles pâlissent, jaunissent et se fanent; si

les glumes sont atteintes, les fleurs sont frappées de stérilité » (Dr Lucien Gautier). Le charbon, qu'il faut attribuer à l'*Ustilago segetum*, attaque surtout le blé, l'orge et l'avoine. Les spores prennent entièrement la place du parenchyme qui devrait constituer la graine.

Quant à la carie, constituée par *Tilletia caries* Lév., elle n'affecte que l'ovaire, surtout des blés. Elle détermine l'affaiblissement des individus affectés ; mais les grains d'un même épi sont rarement tous atteints. Les ovaires attaqués se gonflent d'abord ; puis ils s'atrophient, se rident et deviennent bruns ; la poussière noire qui constitue les spores répand une odeur fétide. Le mélange des grains cariés aux grains intacts diminue la valeur commerciale de ces derniers, qui sont alors mouchetés par les spores. Ces diverses maladies ne paraissent pas donner aux grains des propriétés pernicieuses.

« Les moyens mis en usage pour détruire la faculté végétative des spores du *Tilletia caries* et de l'*Ustilago segetum*, dit encore M. Lucien Gautier, consistent à faire tremper les grains, avant de les semer, dans un bain dont la composition varie suivant les pays ; en France, les cultivateurs emploient un lait de chaux, additionné de sel marin ; quelques-uns se servent d'une solution de sulfate de cuivre, de potasse, de soude ou d'une lessive de cendres de bois frais. » Comme auxiliaire à ces remèdes, il est indispensable de semer après une récolte de graminées atteintes par l'une ou l'autre de ces maladies, des graines d'une plante d'une autre famille aux dépens de laquelle le parasite ne puisse pas vivre.

CHAPITRE XII

CULTURE RÉCOLTE, CONSERVATION

Culture au point de vue économique et au point de vue scientifique; développement des sclérotes. — Récolte; habitats. — Dessiccation. Formation d'un herbier. Préparation des petites espèces pour le microscope.

Culture au point de vue économique. — Au point de vue économique comme au point de vue scientifique, la culture des champignons et la recherche des procédés capables de l'étendre et de la perfectionner constituent une étude aussi intéressante qu'importante. La seule forme charnue qu'on soit parvenu à multiplier artificiellement sur une grande échelle est une variété du *Psalliota campestris* L., ou agaric de couche; ce n'est pas assurément la meilleure ni la plus délicate, mais c'est la plus employée, parce qu'elle est très facile à reconnaître et qu'on peut l'obtenir en grande quantité.

Diverses méthodes ont été proposées pour sa culture; voici celle qui est la plus généralement suivie. La préparation du fumier est absolument importante, et cette opération mal conduite rend les insuccès fréquents. On se sert de fumier de cheval ou de mulet ayant déjà un mois à six semaines; on préfère celui des chevaux entiers et des chevaux de trait fortement nourris à celui des chevaux de luxe. On l'amène en un endroit bien uni, et on le passe, c'est-à-dire, qu'on en sépare avec une fourche de fer tous les corps étrangers, fourrage encore vert, paille sèche, crins, qui peuvent s'y trouver mélangés.

Cela fait, on l'étend par couches successives jusqu'à la hauteur de 0,60 à 1 m.; le tas est alors énergiquement foulé aux pieds ; on arrose abondamment et on piétine de nouveau. On abandonne alors le tas pendant quelques jours, afin de laisser les spores se développer et émettre leur mycelium, qui vient se

montrer à la surface sous la forme d'une moisissure blanche. On reprend la fourche et on reforme le tas à côté, en ayant soin de rejeter dans le milieu les parties encore sèches des bords, afin d'en obtenir la décomposition. On attend de nouveau quelques jours, au bout desquels la masse entière doit être souple, onctueuse, sans odeur, d'un blanc bleuâtre au milieu, ni trop sèche ni trop humide.

Quand le fumier est parvenu à ce degré de maturité, on le met en meules, c'est-à-dire qu'on le reprend par petites fourchées qu'on étend sur une largeur de 66 centimètres, toujours par lits successifs dont on diminue progressivement les dimensions, de manière à ce que le tout forme le dos d'âne; on comprime fortement, et on couvre, sur une épaisseur de quelques centimètres, avec du long fumier sec. Huit jours après, on ôte ce fumier et on le remplace; la température intérieure de la meule étant de 20 à 22°, on larde, c'est-à-dire qu'on ouvre sur deux rangs écartés de six à huit pouces, des trous de la largeur de la main dans lesquels on introduit des morceaux de blanc, ou de mycelium aggloméré. « Quinze jours après, on détourne la couverture pour voir s'il y a des champignons de produits; ordinairement, ils naissent d'abord par places qu'on marque avec des baguettes, et on remet la couverture. Tous les trois jours, on vient faire la récolte autour des baguettes, en soulevant la couverture, et de proche en proche on s'étend dans toute la longueur de la meule. Dans tous ces cas, on dérange le moins longtemps possible les couvertures. Une meule ainsi disposée et conduite dure ordinairement trois mois.

... Dans le temps des chaleurs, on donne tous les jours ou tous les deux jours une légère mouillure aux meules. Dans les temps froids, on ne récolte que tous les quatre, cinq, six et même huit jours ; et l'on a soin d'augmenter l'épaisseur des couvertures à pro-

portion de ce froid » (Thouin). La culture des champignons de couche dans les caves se fait par les mêmes procédés, avec cette différence qu'il n'est pas nécessaire de recouvrir les meules d'une chemise protectrice. Cette culture constitue, aux environs de Paris, une importante industrie ; certains propriétaires vendent tant en France qu'à l'étranger des quantités immenses de champignons ; une cave à Montrouge en fournit en moyenne 300 livres par jour ; elle contient environ dix à douze kilomètres de couches.

Au mycelium de l'agaric champêtre, auquel la culture conserve sa fertilité, on pourrait ajouter une autre production qui fournit également un champignon comestible : c'est la *pietra funghaïa*, ou pierre à champignon, amas mycélien mêlé de petits corps étrangers, qui, en se développant, donne le *polyporus tuberaster ;* « cet amas, dit Fries, n'est pas une pierre, mais une racine spongieuse, vivace, qui, en s'accroissant, englobe et embrasse étroitement des morceaux de terre, des graviers, et tous les petits corps épars dans son voisinage. » Pour lui faire produire des champignons, il suffit de la déposer dans un lieu chaud et humide, puis de l'arroser légèrement.

Il y a encore quelques autres moyens de se procurer divers champignons comestibles ; mais ce n'est pas une véritable culture, c'est un simple concours prêté au développement de ces espèces ; on ne fait que les aider à croître plus nombreuses et plus vigoureuses. *Agaricus caudicinus* affectionne la tête coupée du peuplier noir. En Italie, quand la vendange est terminée, et que le mariage de la vigne avec les peupliers est rompu, on coupe la tête de ces arbres, on les arrose abondamment et on n'a plus qu'à attendre la récolte. Le polypore du noisetier se produirait aussi de cette singulière façon : on flambe au-dessus d'une poignée de paille un morceau de noisetier ; puis on l'arrose, et on obtient au bout de quelque temps une abondante récolte de *polyporus avellanus*.

D'après M. Morel, le mousseron s'obtiendrait très facilement en transplantant les individus rencontrés à l'état sauvage, et dont le mycelium produirait de nouveaux réceptacles ; « seulement, ici comme toujours, il y a des précautions à prendre ; d'abord pour les arracher, on fait en sorte de ne pas blesser leurs filaments ; c'est pourquoi on taille tout autour des mottes de terre assez grandes qu'on soulève et qu'on emporte avec précaution ; ensuite on dépose ces mottes dans un terrain préparé à l'avance et analogue autant que possible à celui d'où elles ont été tirées ; enfin, l'on facilite le développement du mycelium par de légers arrosages. » Les Landais propagent *Boletus edulis* par un véritable semis des spores, qu'ils séparent de l'hyménophore en faisant bouillir le réceptacle tout entier dans l'eau pendant un quart d'heure ; ils arrosent ensuite avec cette eau la terre nettoyée et ratissée dans un endroit ombragé.

Cependant, malgré tous ces essais, ils ne faut pas se dissimuler que la culture des champignons charnus pour la table est encore un problème non résolu. C'est ainsi que les spores des Truffes, c'est-à-dire, du champignon qu'on a le plus d'intérêt à propager, n'ont pas livré le secret de leur développement, et que les moyens indirects qui ont été employés pour obtenir abondamment cette excellente espèce n'ont donné aucun résultat satisfaisant. Et ainsi de beaucoup d'autres formes. Les circonstances nécessaires à la germination et à l'évolution de l'appareil végétatif paraissent être si nombreuses, si complexes et en même temps si spéciales pour chaque espèce, qu'on ne peut les réunir que dans quelques cas très rares ; il est possible qu'à l'époque de leur dissémination, elles ne soient pas absolument aptes à germer, et qu'elles aient besoin pour acquérir cette aptitude de rester quelque temps en suspension dans l'air ; c'est là une condition qu'il est bien difficile de remplir artificiellement, étant donné ce fait que ces germes

sont extraordinairement petits, et qu'ils ont entre eux une grande ressemblance.

Culture au point de vue scientifique. — Au point de vue purement scientifique, la culture expérimentale des petites espèces a donné d'excellents résultats. Parmi les essais heureux qui ont été faits, il faut citer en premier lieu le développement de ces petites masses de mycelium compact qu'on nomme sclérotes, et qui avaient été décrites comme des productions autonomes et complètes. Par des soins intelligents et assidus, on est parvenu à cultiver la plupart des espèces ; certaines cependant se sont montrées rebelles à toutes les tentatives. L'ergot de seigle, exposé à une humidité et à une chaleur convenables, a produit la sphérie dont il est la première condition ; le petit sclérote noir et blanc qu'on trouve fréquemment en hiver sur les tiges sèches des herbes développe aussi sous les mêmes influences de jolies touffes de moisissures grises. Un petit *Sclerotium* rouge s'implante dans le pileus de grands agarics demi pourris, et produit l'*Agaricus tuberosus*. Des espèces de pézize, divers sphériacés doivent également leur naissance à des masses sclérotioïdes.

Développement des Sclérotes. — Voici l'un des meilleurs moyens indiqués pour obtenir artificiellement le développement de ces petits corps (Fig. 59). On remplit un vase troué à sa partie inférieure, un pot de fleur par exemple, jusqu'aux trois quarts environ de sa hauteur, de petits brins de mousse; la mousse a, on le sait, la propriété d'absorber très facilement l'humidité et de la retenir longtemps. Sur

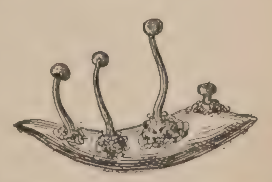


Fig. 59. — Développement d'un sclérote.

la mousse on dépose une petite couche de sable ou d'argile très fine, et sur le sable les tubercules sclérotioïdes. Puis on plonge le tout dans un récipient plein d'eau. La mousse se gorge de liquide, de telle sorte que la surface d'argile s'humecte légèrement. Si on conserve l'appareil dans un endroit chaud, on ne tarde pas à voir le sclérote donner naissance à la forme parfaite du champignon dont il est le premier état.

Culture des Nématés. — L'obstacle le plus difficile à vaincre dans la culture des espèces nématées paraît être l'envahissement rapide des semis par les germes étrangers, vibrions, bactéries ou aspergillus, qui se développent au détriment des espèces observées. Pour les moisissures, le stratum nourricier qui a donné le plus de résultats est la pâte de riz, mais sa nature ne diminue pas les chances d'introduction des espèces étrangères. On emploie aussi le jus d'orange, les surfaces de fruits coupés, le fumier frais de cheval, placé sous une cloche de verre et gardé dans une atmosphère humide. Le péronospore montre ses fructifications à la surface des tranches des tubercules de pommes de terre sur lesquelles on a semé ses conidies.

La germination des parasites épiphytes s'obtient facilement par leur immersion dans l'eau ou dans un des liquides dont nous avons donné plus haut les formules. Il suffit même pour la provoquer de tenir les feuilles sur lesquelles ils se développent dans une atmosphère humide ou à la surface de l'eau ; les pseudospores ne tardent pas à émettre leurs tubes-germes, et il est facile de les multiplier en arrosant avec l'eau qui les contient les feuilles des individus sur lesquels on veut les semer ; de même, les zoospores du Cystope reproduisent la plante dès qu'on la répand sur les feuilles des crucifères. — La culture de ces petits organismes, facile

si l'on prend certaines précautions, est surtout importante dans la question du polymorphisme, parce qu'elle peut seule rendre évidents les rapports qu'on suppose exister entre deux ou plusieurs formes distinctes, et établir les affinités spécifiques des états successifs d'un même être.

Culture des Myxomycètes. — Une bonne méthode pour développer certaines formes charnues dont on ne peut obtenir la germination directe est d'avoir une petite serre dans laquelle il soit facile d'entretenir une humidité et une chaleur convenables. Dans cette serre on transporte de menus débris à demi décomposés, du fumier, des feuilles mortes, des branches tombées à terre. Ces débris sont couverts de spores en voie de germination, ou même de mycelium, qui en peu de temps développent les hyménophores caractéristiques de leur espèce. Une pareille serre est surtout utile dans l'étude du développement des myxomycètes, dont l'évolution se fait si rapidement qu'on ne saurait la suivre sur des échantillons récoltés dans les herborisations.

Récolte. — La récolte des champignons se fait dans un double but : pour la table et pour l'étude. Les champignons charnus qu'on récolte pour les manger doivent être cueillis par un temps sec et vers le milieu du jour. « Cependant, il ne faudrait pas que la température fût trop brûlante, car alors ils auraient perdu une partie de leur parfum. Si l'on doit les manger de suite, mieux vaudrait peut-être qu'ils retinssent encore les dernières traces de la rosée ou de l'humidité ; mais si l'on désire les conserver, qu'ils soient avant tout complètement secs. Quant à la manière de les cueillir, le mode le plus simple, et sans doute aussi le plus avantageux, serait de les couper ou de les casser plus ou moins haut, selon la plus ou moins grande valeur comestible du pédon-

cule. On peut cependant les arracher ; mais il faut avoir soin de ne pas laisser tomber de terre entre leurs lames qu'il serait difficile d'approprier, et principalement de ne pas déranger leur mycelium ; autrement, on nuirait au produit ultérieur » (Morel).

Conservation. — Quand les champignons sont récoltés, plusieurs moyens se présentent pour en assurer la conservation ; la dessiccation est le plus simple à employer. On les apprête et on les épluche comme si on voulait les manger de suite ; puis on les coupe par morceaux qu'on plonge dans l'eau bouillante pendant quelques minutes ; on les enfile alors comme des grains de chapelet, sans qu'ils se touchent les uns les autres, et on les suspend à l'ombre au grand air ou dans un appartement bien aéré ; puis on les enferme dans un sac en papier que l'on conserve dans un endroit très sec. — On peut encore les plonger dans un corps gras, dans de l'huile ou du beurre fondu, et les conserver ainsi dans des vases bien clos, ou bien les réduire en poudre après les avoir desséchés au four.

Habitats. — Pour la récolte des champignons au point de vue scientifique, elle nécessite, comme condition préalable indispensable, la connaissance de leurs habitats et de l'époque où ils sont en fructification ; elle se fait d'ailleurs comme une herborisation. Voici, pour guider les recherches, les habitats préférés par les principales familles.

L'évolution des agaricinés réclame certaines conditions de température et de caloricité qui peuvent se résumer ainsi : une humidité modérée, mais continue, une chaleur douce, et, de plus, pour un très grand nombre d'espèces, une station dans un endroit ombreux. Une forme affronte les frimas et résiste aux gelées ; quelques-unes font leur apparition au printemps ; mais le plus grand nombre vers

la fin de l'été et en automne. Parmi les sous-genres de l'Agaric, nous voyons les Amanites, les Tricholomes et les Hébélomes fréquenter les endroits couverts des bois, où ils se développent parmi la mousse et les feuilles mortes. Les Pleurotes et les sous-genres analogues viennent sur les troncs d'arbres, les poutres, les souches coupées. Les Clitocybes, Mycènes, Omphalies, Galères, préfèrent les bois humides ou les prairies tourbeuses; quelques-uns d'entre eux envoient leurs fibres mycéliales parmi les feuilles mortes ou même sur les feuilles vivantes (Fig. 60);



Fig. 60. — *Mycena capillaris* Schum.
(Sur une feuille de houx).

d'autres implantent leur stipe radiciforme dans les souches coupées, mais toujours dans les endroits ombragés. Les Lépiotes, Psalliotes et analogues croissent dans les endroits découverts des bois, le long des allées et des chemins, sur la terre nue ou parmi les gazons. Les Panéoles fréquentent le fumier et les débris corrompus ; les Clitopiles et leurs alliés les Entolomes sont terrestres, mais variables dans leurs préférences : les uns habitent les clairières, les autres les taillis. Quelques Collybes se rencontrent sur des agarics demi-pourris ; mais la plupart sont lignatiles.

Dans les genres à spores blanches, l'*Hygrophorus* se plaît dans les endroits découverts et herbeux, sur les gazons abrités ou même sur la terre nue, au voisinage des chemins et des sentiers; on le trouve aussi

dans les pâturages et les bruyères. Le *Marasmius* habite les feuilles mortes ou le sol riche en humus; les Russules et les Lactaires, qui sont très étroitement alliés, et qui n'ont pas que ce point de ressemblance, se rencontrent dans les bois, les premières dans les endroits découverts, les clairières et le bord des allées, les seconds dans les taillis, parmi la mousse; pour ces derniers, il convient de faire remarquer que les individus qui naissent dans les endroits absolument ombreux sont plus petits, et que ceux qui se développent dans les lieux découverts atteignent ordinairement un volume plus considérable.

Les Cantharelles vivent toutes dans les bois, les unes sur la terre, les autres sur les arbres et les branches mortes, les autres encore sur la mousse où elles se développent en parasites. Les genres qui ont le stipe nul ou latéral croissent tous sur le bois. Les Coprins et les Bolbites se multiplient sur le fumier, les murs humides, le bois décomposé; les Cortinaires viennent à terre dans les bois, de préférence en automne; les espèces de Nyctalis se développent sur les vieilles Russules mortes.

Parmi les Polyporés, les Mérules, les Dédales et un très grand nombre de Polypores sont lignatiles; mais l'époque de leur fructification varie avec les espèces; plusieurs sont vivaces. Le genre *Poria* étale également sur les troncs son pileus résupiné. *Fistulina* croît en automne sur de vieilles souches à fleur de terre. Les Bolets sont tous terrestres, et viennent tantôt sur le sol nu, tantôt sur les feuilles et les menus débris végétaux décomposés. Ils fructifient en été, en même temps que les Russules et les Lactaires, et disparaissent quand la saison s'avance bien avant les agarics. On les trouve dans les bois, de préférence dans les endroits découverts, les clairières et le bord des allées, mais presque toujours à l'ombre; quelques-uns habitent les prés secs; d'autres les marais et les prés tourbeux.

La plupart des hydnés sont lignatiles; cependant on trouve à terre *Hydnum repandum* et quelques autres. Ils fructifient en été et en automne. Les Phlébiés et les Théléphorés habitent également les troncs d'arbres et les poutres. Peu de Clavariés, au contraire, sont lignatiles. Beaucoup d'espèces habitent le sol, parmi la mousse et les herbes que les individus englobent souvent dans leur substance. On trouve ordinairement les Clavaires dans les bois, en été et en automne; cependant *Clavaria pratensis* Pers. croît dans les prés et le long des chemins. Les espèces de *Typhula* se développent dans les forêts, parmi les feuilles pourries; *Pterula penicillata*, *Calocera cornea* sur le bois mort; *Pistillaria micans* sur les tiges sèches des herbes. Les Trémelles sont lignatiles, et apparaissent à une époque avancée; quelques-unes fructifient en hiver; elles habitent les troncs ou les branches tombées à terre. Une espèce de *Dacrymyces* croît sur les vieilles tiges d'ortie.

Les Nidulaires habitent le bois, la terre et le fumier, au printemps et en automne. Les Satyres et les Clathres sont humigènes; on les trouve dans les bois, à la fin de l'été et en automne. Plus varié est l'habitat des Lycoperdes et des genres alliés. *Lycoperdon gossypinum* est lignatile; beaucoup de *Bovista* et les autres Trichogastres habitent la terre, les uns dans les bois, les autres dans les prés, les pâturages, le long des chemins, des rivières, et même dans les champs cultivés. Quelques espèces affectionnent une station très spéciale, comme les bois de sapins, les côteaux sablonneux. Elles se développent tantôt au printemps, tantôt en été, mais le plus souvent en automne; leurs spores se répandent souvent en hiver. Des deux espèces françaises de *Polysaccum*, l'une habite les bois de pins maritimes, l'autre les bruyères sablonneuses. Les Myxomycètes promènent leur pulpe molle sur le bois pourri, les débris végétaux, le tan, les feuilles mortes, la mousse et même le sol nu.

Dans le groupe des Basypogés, toutes les espèces, comme le nom l'indique, sont souterraines.

On trouve les Helvelles sur la terre dans les endroits secs, comme le bord des routes, ou dans les endroits ombragés et humides, au printemps et en automne; *Leotia* croît dans les bois; *Mitrula* dans les marais; *Morchella* dans les lieux découverts, à l'ombre des hêtres ou des pommiers, dans les bois et les pâtures, sur le sol nu ou parmi le gazon; la plupart des espèces au printemps, quelques-unes en automne. *M. semilibera* affectionne les talus herbeux qui bordent les routes.

Les Pézizes habitent le bois, la terre ou le fumier; elles se développent au printemps, en été et en automne; les espèces humigènes préfèrent les terrains argileux qui retiennent l'humidité; les formes lignatiles affectionnent presque toujours un hôte particulier; les unes viennent sur les troncs, dans les interstices de l'écorce, les autres sur les troncs coupés, sur le vieux bois sans écorce, sur les poutres ou sur les petites branches tombées à terre. *Peziza fructigena* se plaît sur les glands en voie de décomposition; *Ascobolus furfuraceus* sur le fumier des bêtes de somme; *Peziza granulata* sur la bouse de vache; *P. coronata* sur les tiges sèches des herbes; *P. clandestina* sous des amas de feuilles mortes; *P. echinophila* sur le brou de la châtaigne. Beaucoup de Patellariés sont lignatiles; *Patellaria coriacea* vient sur les fumiers de cerf, de cheval et d'âne. Les Phacidiacés sont tous épiphytes; les espèces fructifient en automne et en hiver.

La plupart des Sphériacés vivent sur les plantes languissantes, mortes ou demi-décomposées; les Xylaires habitent les pieux, les poutres, les souches coupées, dans les bois et les jardins, et fructifient pendant toute l'année; les véritables Sphéries se développent sur les petites branches, généralement sous l'épiderme qu'elles percent pour ouvrir au dehors

leur ostiole terminale, quelquefois sur le bois nu en plaques largement étalées, quelquefois encore sur les feuilles demi-mortes ou tombées à terre. On trouve *Asteroma* sur les tiges sèches des herbes; *Depazea* sur les feuilles mortes d'un grand nombre de plantes; *Dothidea* sur les feuilles encore vivantes.

Des *Torrubia* et quelques genres alliés croissent sur les insectes morts ou vivants : *Torrubia melolonthæ* Tul. sur le hanneton, *Laboulbenia Rougetii* sur plusieurs Brachines; quelques sphériacés vivent encore sur les champignons charnus languissants ou morts. Les Ascypogés sont tous souterrains. Les Onygénés se développent sur diverses substances, sur du bois, de la corne, des débris animaux : une espèce vient sur les sabots en putréfaction des ânes et des chevaux. Les Érysiphés sont tous parasites sur des feuilles et des tiges vivantes, à la surface desquelles ils émettent leurs fibres mycéliennes rayonnantes et produisent leurs périthèces globuleux ; ils fructifient de préférence en été.

Les Tuberculaires sont toutes saprophytes ; *T. vulgaris* se développe sur les menues branches desséchées. Tout le groupe des Pucciniés se compose de petits organismes parasites sur des végétaux vivants, dont ils infestent et déforment les feuilles ; ils sont presque tous superficiels, et apparaissent avant l'hiver, dont les rigueurs n'ont aucun effet sur leurs pseudospores. Les Urédinés, qui sont en relation intime avec les précédents, ont les mêmes habitats ; il en est de même des Écidiés, qui se développent généralement vers l'été. *Peridermium* affectionne les conifères; *Ræstelia* les pomacées, de même que son autre forme *Podisoma* les genèvriers ; quant aux véritables *Æcidium*, ils se développent sur différentes plantes herbacées ; parmi les familles qui sont le plus exposées à leurs attaques, on peut citer les composées, les papilionacées, les labiées, les liliacées, les polygonées. Les Sphéronémés sont épiphytes.

Une espèce d'*Antennaria* habite les tonneaux dans les caves; une autre les tiges des *Cistus* sous-frutescents; une autre les rameaux languissants du Pin.

Parmi les espèces nématées, nous voyons les Mucorinés se développer indifféremment sur toutes les substances en putréfaction. Cependant, plusieurs espèces ont un habitat spécial. *Sizygites megalocarpus* croît sur les agarics pourris; *Asygites Mougeotii* sur les bolets décomposés; *Hydrophora fimetaria* sur la bouse de vache. Les Saprolégniés se développent sur diverses substances organiques, insectes ou brins d'herbe tombés dans l'eau. Les Péronosporés envoient leur mycelium endophyte dans les tissus de plusieurs végétaux auxquels ils causent le plus grand préjudice : les espèces qui ont le plus à souffrir de leurs atteintes sont les solanées, et en particulier la pomme de terre, les crucifères, quelques ombellifères, les alsinées, quelques renonculacées. Les Ascomycés viennent sur les feuilles de diverses amygdalées.

On trouve les Dématiés sur diverses substances, sur le bois décomposé, le papier corrompu, dans les endroits non aérés ; *Dematium* vient au printemps sur le vieux bois; *Polythrincium Trifolii* en automne sur les feuilles languissantes de plusieurs Trèfles. *Cladosporium umbrinum* se développe sur l'agaric de l'olivier, et on avait même attribué à sa présence le phénomène de phosphorescence qui caractérise cette espèce.

Les Mucédinés ont à peu près les mêmes habitats ; *Aspergillus candidus* vient sur les substances desséchées, dans les lieux humides, et entoure souvent d'une couronne élégante le péristome des hypnes; *A. maximus* vient sur les champignons décomposés ; *A. glaucus* affectionne les fruits charnus qui se pourrissent. *Botrytis bassiana* s'attaque aux vers-à-soie; *Polyactis* aux substances végétales en voie de décomposition; *Oïdium* à la vigne, aux feuilles languissantes des graminées, aux rosiers; *Sporendonema muscæ* aux mouches mortes ou malades. Les Ustila-

ginés affectent de préférence les organes de la fructification : *Ustilago receptaculorum* attaque les capitules de quelques composées ; *U. flosculorum*, les fleurons ; *U. antherarum* les anthères de plusieurs Caryophyllées.

Dessiccation ; formation d'un herbier. — Pour récolter les champignons destinés à l'étude, on pourra se munir d'une boîte de botanique ordinaire; mais pour les espèces charnues, un panier ouvert et peu profond est préférable; les formes subéreuses peuvent se transporter dans la poche de l'habit, et les parasites qui habitent les feuilles dans un portefeuille. Il sera bon aussi d'emporter une certaine quantité de papier buvard mou, dans lequel on enveloppera les échantillons délicats ; une petite scie de poche et une loupe compléteront l'attirail nécessaire. Pour recueillir les moisissures, un excellent moyen est d'avoir de petites boîtes peu profondes, semblables à celles des entomologistes, et dont le fond soit en liège ; sur ce liège on pique avec une épingle, la portion de tissu sur laquelle croît la moisissure, après l'avoir au préalable débarrassée de toute matière étrangère. On pourra employer le même procédé pour les gastéromycètes pulvérulents parvenus à maturité, qui ne se transportent intacts que difficilement en raison de la fragilité des parois du peridium.

La dessiccation des espèces charnues réclame certains soins particuliers, à cause de l'humidité que la moindre pression exprime de leurs tissus. Pour préparer les formes à pileus que l'on désire conserver dans l'herbier, on commence par ouvrir l'hyménophore selon sa longueur, et sur l'une des moitiés, on sépare le pileus du stipe; on enlève à l'un et à l'autre, avec un canif, toute la partie charnue interne, de manière à ne conserver au premier que sa cuticule et au second son épiderme. Il faut avoir soin de ne pas détruire les rapports du stipe avec le mycelium et le

velum, et, lorsque celui-ci est marginal, d'en conserver les fragments au bord du pileus.

Cela fait, on applique, dans sa situation normale, la cuticule sur le stipe, et on dépose le tout entre des doubles de papier buvard; puis on presse légèrement, assez pour que l'échantillon se trouve comprimé, mais en ayant soin de ne pas exprimer trop rapidement l'humidité, de peur de déterminer la corruption des tissus. On n'oubliera pas de placer entre les doubles, en même temps que l'échantillon, une courte description de ses caractères, sa couleur surtout, et l'état sec ou visqueux du pileus, du stipe, du velum; l'habitat, la localité, et la date de la découverte. Lorsque le pileus est visqueux, pour éviter qu'il n'adhère au papier, on le recouvre d'une feuille de papier gras; quelques brins de mousse insérés entre ce papier et la cuticule en rendent la séparation facile, et, s'ils restent adhérents, constituent une excellente preuve de l'état visqueux du pileus.

Si l'on a affaire à un champignon aqueux, on devra changer souvent le papier buvard; un seul changement suffit parfaitement pour les échantillons secs. Lorsqu'on ne peut conserver sur un même spécimen tous les caractères des organes accessoires, tels que le velum et le mycelium, on fera bien d'en établir plusieurs qui représenteront chacun d'une manière évidente l'un de ces caractères. La seconde moitié de l'hyménophore, que nous avons réservée, sert à montrer les rapports d'insertion des organes reproducteurs. Dans ce but, on sépare du reste du réceptacle une tranche mince comprenant une portion du stipe et une portion d'hyménophore avec l'hymenium dans sa situation normale; cette tranche représente une coupe longitudinale du champignon, laquelle, conservée dans l'herbier avec le spécimen entier, donnera une idee suffisante de sa structure, et montrera si les feuillets ou les tubes sont adnés, décurrents ou libres; si le pileus est charnu et épais ou membraneux

et mince; si le stipe est libre ou confluent, annulé ou nu, glabre ou velu, plein, fistuleux ou creux. Cette tranche pourra être desséchée à part ou entre les doubles qui servent à dessécher le spécimen complet; on y joindra avec avantage des coupes transversales du stipe à différentes hauteurs, qui montreront l'arrangement des cellules et les rapports de la substance interne avec l'épiderme; mais, pour établir ces différentes sections, il faut avoir à sa disposition plusieurs individus.

Un dessin du champignon avec la coloration exacte de ses différentes parties sera très utile; on n'oubliera pas d'y joindre le dessin des spores à la chambre claire et ces spores elles-mêmes; pour les obtenir, il suffit de placer une partie de l'hyménophore, l'hymenium en bas, sur une feuille de papier, et de l'y laisser pendant une nuit; les spores se répandront sur le papier, qu'on pourra glisser dans une enveloppe destinée à être fixée sur le papier sur lequel on montera l'échantillon et ses différentes coupes.

Pour composer un herbier de champignons, on prendra des feuilles blanches doubles formant chemise, de telle sorte que les échantillons montés soient recouverts par une des moitiés de la feuille. Ces échantillons s'arrangent comme les autres plantes; seulement il faut les empoisonner : on arrive facilement à ce but avec de la benzine ou de l'alcool camphré. Quelques auteurs engagent à fixer directement les spécimens sur le papier aussitôt qu'ils sont préparés, en saupoudrant la partie qui doit y adhérer de gomme arabique en poudre, puis de les dessécher en interposant du papier buvard entre les échantillons et la couverture de la feuille; ce procédé toutefois ne nous paraît pas avantageux.

Une difficulté se présente pour dessécher les espèces déliquescentes; voici un moyen qui permet de la vaincre. Quand on a affaire à une forme à pileus, à un coprin, par exemple, on enlève avec un canif

toute la partie charnue, les feuillets et l'hyménophore, et on colle la cuticule sur une feuille de papier qu'on fixe sur une planchette avec des épingles; puis on expose cette planchette à la chaleur d'un four pendant quelque temps. Tous les coprins que j'ai traités de cette manière sont parfaitement desséchés, bien qu'ils aient perdu leur couleur; j'ai même réussi par ce moyen à conserver des myxomycètes; mais ceux-ci sont difficiles à comprimer et gardent une épaisseur gênante. L'échantillon une fois sec, on le découpe en suivant ses contours, et on le fixe dans l'herbier sur le stipe qui, n'étant pas déliquescent, a été desséché à part.

Pour les autres formes charnues, pézizes stipitées, helvelles, il suffit de les fendre longitudinalement et de les soumettre à une pression modérée. Pour les lycoperdes, on peut employer le même procédé, mais en ayant soin d'enlever entièrement la gleba et la masse charnue qui serait restée adhérente à la face interne des parois du peridium. Les échantillons jeunes peuvent se conserver dans l'alcool; les polypores subéreux se conservent avec tous leurs caractères et dans leur port naturel, pourvu qu'on les mette à l'abri des attaques des insectes. On a proposé d'entourer les formes charnues d'une couche de gélatine qui les conserve en les isolant : mais ce moyen n'est guère pratique, et des échantillons ainsi préparés ne sauraient entrer dans une collection botanique.

Sur les échantillons desséchés des ascomycètes, on peut toujours retrouver les asques et les divers détails de la fructification et de l'organisation, mais à la condition de les laisser tremper pendant quelques heures dans l'eau. L'examen des sporidies, qu'elles proviennent d'échantillons desséchés ou d'individus frais, demande certaines précautions, et pour beaucoup, le secours d'un réactif est nécessaire : en effet leurs cloisons sont tellement fines et transparentes qu'on ne peut les apercevoir qu'indistinctement; dans ce cas, une goutte de teinture d'iode sera très utile.

Préparation des petites espèces pour le microscope. — Les moisissures sont difficiles à conserver en herbier, et d'ailleurs, les spécimens fixés sur le papier ne peuvent être bien utiles, car au bout de très peu de temps toutes les spores sont tombées de leur support. « Nous avons trouvé, écrit M. Cooke, qu'il est excellent de se procurer des plaques de mica, aussi minces que possible, d'une grandeur uniforme, soit de deux pouces carrés et même moins. Entre deux de ces plaques de mica, placez un fragment de la moisissure, en ayant soin de ne pas faire glisser ces plaques l'une sur l'autre après que la moisissure a été posée. Fixez les plaques avec une pince, pendant que vous collez des bandes de papier à la gomme ou à la pâte, sur les bords du mica, pour assujettir les plaques. Quand le tout est sec, vous pouvez enlever la pince, et écrire le nom sur le papier. Ces montures peuvent être mises chacune dans une petite enveloppe, et fixées dans l'herbier. »

Les petits réceptacles des pyrénomycètes peuvent se conserver à peu près de la même manière. On laisse tremper le périthèce pendant quelque temps dans l'eau, afin que les cellules deviennent bien apparentes, puis on enlève une partie de l'hymenium, et on place le tout au milieu d'un morceau de verre. Sur l'objet on laisse tomber une goutte de glycérine, et on place par dessus une seconde plaque de verre. On presse légèrement, et on enlève avec un pinceau la glycérine inutile qui est sortie par les bords. On fixe alors les deux plaques. — On pourrait aussi déposer l'objet sans glycérine entre deux lames de verre, et fixer celles-ci au moyen d'une bande de papier unissant leurs bords; je n'ai pas employé d'autre moyen pour conserver des échantillons de puccinie et d'urédo dont les pseudospores ainsi traitées sont aussi distinctes sous le microscope que celles de leurs analogues fraîchement récoltés.

CHAPITRE XIII

TAXONOMIE MYCOLOGIQUE

Classifications de Persoon, de Bulliard, de de Candolle, de Link, de Nees, de Fries, de Léveillé, de Berkeley; de M. Bertillon.

Classifications de Tournefort, Micheli, Bulliard, Persoon, de Candolle. — Le recensement à peu près complet des espèces de champignons ne date que du commencement de ce siècle, où les patientes observations de Bulliard, Persoon, de Candolle et Fries enrichirent cette partie de la science de nombreuses et précieuses découvertes. L'illustre Linné n'a pas eu sur ce sujet des connaissances bien étendues : il n'a guère décrit qu'une centaine d'espèces.

Cependant, dès 1719, Tournefort essayait de répartir en genres les nombreuses espèces que comprend cette classe d'êtres, et délimitait les *fungus* (agarics); les *boletus* (bolets charnus, morilles); les *fungoïdes* (pézizes et analogues); les *agaricus* (polypores subéreux); les *coralloïdes* (clavaires et sphéries caulescentes); les *lycoperdon* (vesseloups et alliés); les *tuber* (truffes, basypogés et ascypogés). Micheli reprit à peu près cette classification, en l'enrichissant cependant par la création de nouveaux genres nettement délimités, dont plusieurs sont restés dans la science. Bulliard établit dans les champignons quatre grandes classes, basées sur la considération des rapports du réceptacle avec l'hymenium; la première comprend les espèces à gleba; la seconde, les espèces à hymenium étendu sur toute la surface; la troisième, les espèces à hymenium supérieur; la quatrième, les espèces à hymenium inférieur.

Persoon établit la division primordiale des champignons en deux groupes, d'après la position des cellules fructifères : les *gymnocarpi*, où les germes

reproducteurs, libres ou enfermés dans des asques, sont placés à la surface extérieure, et les *angiocarpi*, où les capsules séminales, qui sont elles-mêmes des spores fertiles ou simplement des conceptacles pleins de gongyles, sont contenues dans un peridium de forme variable, fermé de toutes parts, au moins dans la jeunesse de la plante. Cette classification, extraordinairement peu naturelle tant au point de vue physiologique qu'au point de vue morphologique, a été reprise par de Candolle (1).

Classification de Link et de Nees. — Il faut descendre jusqu'à Link pour avoir la première classification basée sur des observations microscopiques, les seules qui, dans la matière, aient quelque importance. Sa classification date de 1810. Nees la reprit quelques années plus tard (1817), et établit les groupes que Fries devait accepter comme base de son système, savoir : les *Hyménomycètes*, à réceptacle ascigère ou basidé et à hymenium superficiel (agaric, bolet, helvelle, morille, pézize, etc.) ; les *Gastéromycètes*, à hymenium renfermé dans un peridium ; les *Pyrénomycètes*, à asques réunis en un nucleus (πυρήν) au centre d'un perithèce; les *Hyphomycètes*, constitués exclusivement par des filaments isolés les uns des autres ; enfin, les *Coniomycètes*, presque exclusivement composés de spores.

Classification de Fries. — La science mycologique en était là quand parut, en 1821, le premier volume du *Systema mycologicum* de Fries, ouvrage colossal du laborieux savant qui mit vingt ans à esquisser son œuvre, de ce génie créateur qui fut pour l'étude des champignons ce que Linné a été pour l'étude des phanérogames, son législateur. La principale innovation du *Systema* est d'indiquer (peu net-

(1) De Candolle et de Lamarck. *Flore française* (3e éd.).

tement cependant, puisque des espèces à asques sont encore rangées parmi les clavariées, et certaines auricularinées parmi les pézizées), la séparation entre les réceptacles à thèques et les réceptacles à basides. Fries perfectionna successivement la classification du *Systema* dans l'*Epicrisis* et enfin dans le *Summa vegetabilium Scandinaviæ* (1846). La voici dans ses traits principaux. Elle divise les champignons en six grandes classes, qui sont :

1° Les Hyménomycètes, dont l'hymenium, composé de basides, est étalé sur un réceptacle normalement inférieur, et quelquefois, dans certains groupes de transition, sur la surface extrême du champignon. Toutes les formes sont charnues.

2° Les Discomycètes, à spores formées dans des asques perpendiculaires, à la surface d'un disque plus ou moins régulier, quelquefois concave et en coupe, quelquefois convoluté, sessile ou stipité, de consistance charnue, coriace, céracée ou membraneuse.

3° Les Pyrénomycètes, très voisins des précédents par leur fructification, mais en différant essentiellement par leurs asques agglomérés en un nucleus central à l'intérieur d'un périthèce. Les périthèces sont constitués par des cavités nichées à l'intérieur d'un stroma de forme et d'apparence diverses ; ils consistent quelquefois en très petites sphères, contenant une ou plusieurs thèques, et posées sur des filaments myczéliaux rayonnants (Périsporiacées).

4° Les Gastéromycètes, comprenant toutes les espèces à peridium charnu ou coriace, d'abord presque régulièrement globuleux ou turbiné, souterrain ou humigène, clos et contenant à l'intérieur les corpuscules reproducteurs, qui naissent soit au sommet des basides, soit à l'intérieur des thèques. Cette classe ainsi délimitée comprend des formes très disparates, évidemment distinctes, comme la Truffe et les Lycoperdes, et, partant, est très peu naturelle et trop systématique.

5° Les Gymnomycètes, à individus formés d'un stroma vertical ou horizontal, c'est-à-dire, en réalité, composés de filaments agglomérés dont l'extrémité libre ou confluente se divise en spores simples ou septées. Les cellules fructifères sont des clinides réunies en hymenium superficiel, et donnant naissance à des spores solitaires. Le substratum stromateux, qui est constitué par la réunion des fibres stériles, est simple, claviforme ou rameux, quelquefois mou et pulvérulent.

6° Les Haplomycètes, champignons à la fois très différents dans leur organogénie, dans leur anatomie et dans leurs fonctions, et qui sont réunis assez arbitrairement par le caractère commun à tous d'être constitués dans leur partie végétative et dans leurs sporophores par des filaments libres, quelquefois bien apparents, quelquefois à peine distincts. Les Byssoïdées, qui constituent la forme la plus parfaite et l'idéal typique de la classe, comprennent à la fois les mucédinées et les mucorinées, c'est-à-dire, les moisissures à spores nues et les moisissures à spores encloses, que les récentes découvertes du polymorphisme ont montrées très distinctes, puisque les unes sont définitives, et les autres seulement des conditions secondaires ou transitoires.

Classification de Léveillé. — La classification de Fries a été généralement adoptée par tous les auteurs qui après lui ont traité la taxonomie mycologique, et Chevalier, Brongniart, Corda n'y ont introduit que quelques modifications de détail. L'honneur d'éliminer les éléments défectueux qu'elle renfermait, et de développer les idées heureuses qu'elle contenait au moins en germe, revient tout entier au grand mycologue français Léveillé, qui, sur la seule considération des rapports de la cellule-mère avec l'hyménophore et de la genèse des spores, c'est-à-dire avec un seul caractère choisi arbitrairement, a su construire

une des plus naturelles classifications que la mycologie possède. Cette classification, nous le reconnaissons, a un peu les apparences d'un système, parce que les éléments qu'on considère habituellement dans l'établissement des méthodes n'entrent pas ici en ligne de compte ; mais elle a au moins le mérite d'avoir séparé, avant la découverte du polymorphisme, les formes définitives ou autonomes des états transitoires. Voici les grandes divisions du Dr Léveillé :

1° Les BASIDIOSPORÉS, qui correspondent aux hyménomycètes et aux gastéromycètes de Fries — moins les Tubéracés. — Ils sont caractérisés par leur hymenium exclusivement composé de cellules fertiles ou basides, seules ou mêlées à des cystides ou vésicules stériles, et produisant des spores disposées par paires à leur sommet. Cette classe se divise en deux sections : les ectobasides, qui ont leurs basides réunies en un tissu membraneux, ou hymenium, toujours découvert, sauf dans les formes calycarpes, et les entobasides, à basides réunies en gleba homogène ou alvéolée, à alvéoles entourées par un peridium secondaire ou péridiole : la gleba se change en spores poudreuses mêlées à des filaments chez les Coniogastres, ou se divise seulement en quelques sporanges clos chez les Cyophorés.

2° Les THÉCASPORÉS, à spores naissant en nombre variable, mais normalement en quantité paire, au sein et aux dépens d'un protoplasma amorphe et liquide contenu dans des cellules-mères ordinairement claviformes, quelquefois subglobuleuses, et qu'on nomme asques ou thèques. Ces cellules-mères, chez les ectothèques, sont réunies en un hymenium compact, et juxtaposées avec des paraphyses perpendiculairement à une couche de cellules dont elles émanent, et dont l'ensemble constitue le stratum subhyménial. Chez les endothèques, au contraire, les asques sont agglomérés à l'intérieur d'un périthèce charnu, corné ou membraneux.

3° Les CLINOSPORÉS, dont les récentes recherches ont, pour un grand nombre de formes, démontré la dépendance et les relations d'identité spécifique, et qui sont caractérisés par leurs spores se produisant solitaires au sommet des clinides. Elles sont endoclines, si le clinode est intérieur (*Sphœronema* et analogues); et ectoclines, si le clinode est extérieur, plus ou moins charnu, à spores déliquescentes (Excipulés, Tuberculaires) ou poudreuses (*uredo, ustilago, puccinia*).

4° Les CYSTOSPORÉS (Mucorinés) à sporophores filamenteux couronnés par un conceptacle terminal ou sporange, columellé ou non.

5° Les TRICHOSPORÉS, à spores nues, extérieures, insérées sur un réceptacle formé de filaments simples ou rameux, isolés et libres (Botrytidés) ou agglomérés en un seul corps (Isariés).

6° Les ARTHROSPORÉS, à spores articulées bout à bout comme les grains d'un chapelet (*Aspergillus*); leur réceptacle est filamenteux, simple ou rameux, quelquefois très court (*Torula*). Les spores sont simples (*Antennaria*) ou septées (*Septonema*).

Classification de Berkeley. — Avant de passer à l'étude des essais de classification proposés dans ces derniers temps pour utiliser les admirables découvertes des frères Tulasne, il est indispensable de donner un rapide aperçu du système de Berkeley, qui jouit en Angleterre d'une grande renommée (1). En voici le tableau, avec les caractères distinctifs des ordres et des familles :

I. — Spores nues, produites sur des filaments distincts ou soudés, ou en nombre pair au sommet de cellules particulières....	**Sporifères.**
Hymenium découvert, au moins dès la maturité des spores...	*Hyménomycètes.*
Hymenium normalement inférieur, lamelleux....	AGARICINÉES.
Hymenium inférieur, tubuleux....................	POLYPORÉES.
Hymenium inférieur, recouvrant des pointes.....	HYDNÉES.
Hymenium inférieur, lisse ou rugueux..........	AURICULARINÉES.

(1) C'est la disposition adoptée dans le *Handbook of British Fungi*, de Cooke.

Hymenium en cercle. Hyménophore ordinairement en massue simple ou rameuse..........	CLAVARIÉES.
Hymenium lobé, convoluté. Réceptacle gélatineux. Basides de bonne heure polyséquées..........	TRÉMELLINÉES.
Hymenium renfermé dans un peridium............	*Gastéromycètes.*
Plante à hymenium découvert, souterraine.......	HYPOGÉES.
Plante à hymenium découvert, terrestre, déliquescente................................	PHALLOIDÉES.
Plante à hymenium découvert, à sporanges lenticulaires..................................	NIDULARIÉES.
Gleba se résolvant en poussière.	
Hymenium renfermé dans un volva...........	PODAXINÉES.
Gleba d'abord charnue, puis pulvérulente.......	TRICHOGASTRES.
Peridium d'abord spumeux gélatineux.........	MYXOGASTRES.
Hymenium nul. Cellules fertiles naissant au sommet de filaments à peine sensibles............	*Coniomycètes.*
Plante croissant sur les végétaux morts ou languissants.	
Sous-cutanée; péricline plus ou moins distinct.	SPHÉRONÉMÉES.
Sous-cutanée; péricline nul..................	MÉLANCONIÉES.
Superficielle	TORULACÉES.
Parasite sur les plantes vivantes.	
Peridium nul; pseudospores simples...........	CÉOMACÉES.
Peridium nul; pseudospores septées...........	PUCCINIÉES.
Peridium membraneux........................	ECIDIACÉES.
Spores nues, latérales ou terminales sur des filaments distincts..............................	*Hyphomycètes.*
Filaments agglomérés en stroma vertical.	
Spores sèches, pulvérulentes..................	ISARIACÉES.
Spores humides............................	STILBACÉES.
Filaments évidemment distincts.	
Filaments tubuleux, munis d'une écorce opaque, noire, charbonneux........................	DÉMATIÉES.
Filaments fertiles non charbonneux, bien évidents..................................	MUCÉDINÉES.
Filaments fertiles rapidement oblitérés.........	SÉPÉDONIÉES.
II. — Thécaspores se formant en nombre pair dans des asques..................................	**Sporidiifères.**
Asques ou sporanges disposés sur des réceptacles filamenteux................................	*Phycomycètes.*
Filaments fertiles moniliformes.................	ANTENNARIÉES.
Filaments fertiles distincts, continus.	
Moisissures terrestres........................	MUCORINÉES.
Moisissures aquatiques.......................	SAPROLÉGNIÉES.
Asques disposés en hymenium.....................	*Ascomycètes.*
Réceptacles en massue; sporophores filamenteux.	ONYGÉNÉES.
Asques disposés à l'intérieur d'un périthèce.	
Périthèce normalement sans ostiole...........	PÉRISPORIACÉES.
Périthèce ostiolé..............................	SPÉRIACÉES.
Périthèce coriace, déhiscent, mettant l'hymenium à nu..................................	PHACIDIACÉES.
Asques dans un peridium charnu, souterrain....	TUBÉRACÉES.
Asques en hymenium découvert..................	HELVELLACÉES.

Cette classification constitue un réel progrès sur tous les systèmes qui l'ont précédée, parce qu'elle introduit la considération méthodique des rapports de la spore avec la cellule-mère; mais les progrès du polymorphisme la rendent aujourd'hui insuffisante, malgré ses qualités. Ces progrès, en effet, établissent une loi qui a déjà de nombreuses applications en pratique, et qu'on peut théoriquement généraliser, au point qu'il devient nécessaire d'en faire, dans les groupes douteux, la base de l'arrangement méthodique.

Nous avons vu que les formes à spores nues ne sont définitives qu'autant que ces spores naissent en nombre pair et simultanément au sommet de cellules fertiles qu'on nomme basides, tandis que les formes à clinides ne sont que transitoires. Il est possible que la différence soit moins essentielle qu'elle ne le paraît, en ce sens que tous les champignons peuvent n'être pas dépourvus de métamorphoses, et que ces métamorphoses ne sont pas, dans certaines espèces, accompagnées de manifestations sexuelles reproductrices. Cependant, il est certain que la présence dans l'unité spécifique et individuelle de plusieurs états successifs qui naissent l'un de l'autre et qui sont tous également féconds, constitue une exception — ou même, si l'on veut, une caractéristique normale, l'anomalie étant réservée pour les formes à métamorphoses stériles, — et que cette exception est à prendre en considération. D'autres éléments, et non moins importants, peuvent encore être fournis par l'étude de la reproduction sexuelle et des phénomènes de la fécondation, sans oublier l'évolution propre des parties, et le développement relatif des organes.

Classification de M. Bertillon. — Le système moderne qui est le plus acceptable dans l'état actuel de nos connaissances, parce qu'il allie la considération de ces divers éléments dans ce que nous en savons

aux hypothèses qui en découlent logiquement, sans cependant accepter comme rigoureusement vrai tout ce qui n'est pas absolument démontré par des faits, est certainement celui proposé par M. Bertillon (1). Ce système n'a pas encore été, à notre connaissance, accepté dans aucune flore mycologique, peut-être pour la raison que la flore des champignons de la France est encore à faire, et que les étrangers ne se soucient pas de rien emprunter à un savant français; cependant, il a un réel mérite. Nous nous permettrons toutefois d'exprimer le regret que l'auteur n'ait pas osé supprimer franchement les groupes transitoires, les puccinés, par exemple, et les urédinés, qui ne sont que des formes secondaires de fructification se rapportant toutes aux écidiés ; il est vrai que le métamorphisme de toutes les espèces n'est pas démontré ; mais nous pensons qu'on peut l'accepter en principe, puisqu'il a été rencontré et vérifié dans les deux genres typiques *Rœstelia* et *Æcidium*. Quoi qu'il en soit, nous allons donner les caractères attribués dans cette classification aux différentes familles, avec une courte notice sur les groupes les plus intéressants.

A. — SARCODÉS

Champignons ayant un corps, c'est-à-dire, formés par des cellules tubuleuses ou filaments réunis en une masse plus ou moins épaisse et charnue, diversement conformée, simple, lobée, rameuse ou convolutée, quelquefois seulement agglomérés dans une même masse muqueuse.

I. — *Basidés*

Champignons à réceptacle charnu, coriace, gélatineux ou subéreux, à spores le plus souvent spiculées naissant en même temps et en nombre pair au som-

(1) Bertillon. *Dictionnaire des Sciences médicales.*

met de cellules fertiles nommées basides, qui se divisent, dans les Trémellinés, en clinides monospores.

α. Ectobasides. — Tissus fructifères formant un hymenium basidé ou basymène, étalé, de bonne heure exposé, constituant ordinairement une membrane bien distincte. (Bert.)

FAMILLE DES AGARICINÉS

Basides permanentes. Hymenium étalé dès sa naissance sur des feuillets qui rayonnent du centre, qui sont ordinairement distincts et quelquefois s'anastomosent vers le stipe.

Mycelium très souvent byssoïde ou floconneux, quelquefois fibreux ou rhizomorphoïde, c'est-à-dire, à fibres distinctes composées des filaments du mycelium simple agglomérés (*Agaricus dryophilus* Bull., *Marasmius androsaceus* Fr.), quelquefois encore sclérotioïde (*Naucoria arvalis* Fr.; *Collybia racemosa* P.; *C. tuberosa*, *C. fusipes* B.; *Volvaria volvacea* Bull.; *Coprinus stercorarius* Bull.).

Emanations primordiales du mycelium en velum universel, ou volva, tantôt concret avec le pileus, tantôt discret par la formation d'une pellicule séparative, quelquefois rompu franchement et dès la naissance du réceptacle à la limite du stipe et du bord extérieur du pileus. Velum universel se fendant en deux parties, l'une, volva, restant adhérente sous forme de bourse à la base généralement tubéreuse du stipe, quelquefois oblitérée ou ne laissant que quelques squamules sur le stipe ; l'autre, calyptre, confluente avec la cuticule, ou distincte et se déchirant en plaques verruqueuses d'aspect et d'épaisseur variables. Velum partiel très souvent rudimentaire, et, quand il existe, arachnoïde, filamenteux, ou membraneux, laissant selon les genres des débris à la marge du chapeau, ou plus souvent formant un anneau dressé ou réfléchi, persistant ou fugace, adhérent ou mobile autour du stipe.

Stipe normalement cylindrique, creux dans les espèces délicates à croissance rapide, plein dans les formes à développement lent, glabre, peluché, squameux, velu ou égratigné; lisse ou cannelé, renflé ou atténué, quelquefois fusiforme, simple ou branchu, quelquefois prolongé à la base en une racine pivotante, concolore ou discolore avec la cuticule. Hyménophore toujours en forme de chapeau (pileus), confluent avec le stipe ou libre, homogène ou hétérogène, parfois distinct de la trame. Pileus pouvant présenter tous les aspects du stipe, et étant d'ailleurs velu ou glabre, tomenteux dans l'une de ses parties (vers la marge dans le genre *Paxillus* et quelques Lactaires), sec ou visqueux, quelquefois chargé d'écailles ou de verrues concolores ou discolores; plan, ou convexe, ou infundibuliforme et déprimé, selon que l'évolution du réceptacle est involutée ou exvolutée; quelquefois en forme de cloche dans sa jeunesse (*Mycena*); quelquefois dimidié ou sessile, adhérent par le côté au stratum nourricier, ou réniforme et porté sur un court stipe rentrant.

Hymenium libre (*Paxillus*) ou confluent. Feuillets rayonnant du stipe à la circonférence, variables dans leur couleur, qui est souvent en rapport avec celle des spores, et dans leur mode d'insertion, largement adhérents, sinuato-adnés, décurrents, arqués ou libres, larges ou étroits (*Lactarius piperatus*), simples et entiers (*Russula*), alternativement entiers et dimidiés, quelquefois branchus et dichotomes, secs ou lactescents (*Lactarius*), fermes, membraneux, ondulés ou charnus et fragiles; déliquescents dans les Amanites et les Coprins, tournant au noir dans la plupart des Pratelles; quelquefois épaissis en côtes à section subrectangulaire ou en veines (*Cantharellus*), rarement anastamosés vers le stipe (*Paxillus*).

Trame ordinairement plus lâche que la masse de l'hyménophore; couche subhyméniale renfermant quelquefois des canaux lactifères spéciaux pleins d'un

suc laiteux coloré, âcre ou insipide. Substance quelquefois membraneuse ou ligneuse, le plus souvent charnue, avec prédominance suivant les groupes de l'élément cellulaire ou de l'élément tubuleux ; cellules polyédriques, arrondies, ou allongées, intimement agglomérées ou simplement juxtaposées. Spores homogènes, unicellulaires, naissant par 2.4.6 au sommet des basides; globuleuses, ellipsoïdes, fusiformes, subréniformes, apiculées, lisses ou chagrinées, affectant cinq nuances principales : le blanc, avec quelques formes xanthospores dans les genres leucospores Russule et Lactaire; le rose; le ferrugineux ; le pourpre ; le noir. Odeur variable, fongoïde dans la grande majorité des espèces, nulle dans quelques-unes ou spéciale ; saveur douce, nauséeuse, âcre, piquante, styptique ou parfumée. Propriétés : nulles, stupéfiantes, émétiques, drastiques, toniques. — La plupart des espèces vivent sur la terre riche en humus ; un grand nombre sont lignatiles, quelques-unes muscigènes ; trois ou quatre parasites sur leurs congénères, particulièrement sur les vieilles Russules décomposées. Localités : prés, bois, marécages, bords des chemins; le plus grand nombre en été et en automne, quelques-unes au printemps, une seule en hiver (*Ag. velutipes*).

FAMILLE DES PHLÉBIÉS

Groupe de transition. Basides permanentes. Hymenium normalement inférieur, recouvrant au centre des pointes ou papilles semblables à celles des Hydnes, et vers la marge des sillons ou des veines rayonnantes, confluentes, en forme de papilles allongées, flexueuses, entièrement fertiles. Substance plus ou moins fibreuse et résistante, quelquefois trémelloïde. Stipe nul. Pileus (hyménophore) résupiné. — L'espèce la plus remarquable est *Phlebia mesenterica* Fr., qui habite les bois morts, et est vivace, cartilagineuse, en forme de croûte crevassée, glabre et creusée de larges

dépressions à sa face fertile, hérissée et zonée à sa face stérile, tantôt bleue, violette, cendrée ou grisâtre.

FAMILLE DES POLYPORÉS

Basides permanentes. Hymenium normalement inférieur, étendu sur de véritables pores ou tubes. Mycelium très généralement byssoïde, exceptionnellement sclérotioïde (*Polyporus tuberaster* Jacq.). Velum universel ayant même genèse que celle des Agaricinés calycarpes, mais se séparant à la jonction du pileus et du stipe d'une manière plus nette, ne laissant jamais de calyptre verruqueuse sur la cuticule du pileus, persistant quelquefois en débris marginaux. Velum partiel le plus souvent oblitéré, ne laissant un anneau sur le stipe que dans quelques rares espèces. Stipe normalement cylindrique, très rarement creux ou fistuleux, le plus souvent plein ; quelquefois atténué, comprimé, ou largement dilaté et renflé tuberculeux vers la base, muni d'appendices très caractéristiques, tantôt de proéminences scabres semblables aux aspérités d'une râpe ; tantôt de veines plus ou moins saillantes disposées en réticules discolores. Hyménophore présentant dans les espèces typiques la forme d'un chapeau, ordinairement convexe, rarement plan, jamais infundibulé, central ou excentrique, quelquefois attaché par la partie centrale de la face stérile, à cuticule glabre, lisse ou hérissée scabre. Couleur très variable dans son intensité, le plus souvent obscure, brune ou ferrugineuse. Pileus quelquefois sessile ou résupiné. Hymenium libre (*Boletus*) ou confluent (*Polyporus*), recouvrant des prolongements de la trame réunis en forme de tubes. Tubes adhérents, libres ou décurrents, colorés ou obscurs, quelquefois à tranche discolore, variables dans leur longueur et dans leurs dimensions, glabres ou appendiculés de cils, cylindriques, polyédriques, à six pans réguliers (*Hexagona*, genre exotique), dilatés en alvéoles semblables à celles d'un guêpier (*Favolus*), prolongés en

loges concaves flexueuses confluentes (*Dœdalea*); quelquefois originairement formés de papilles closes, libres de toute adhérence avec leurs voisines, et s'ouvrant vers la partie supérieure à la maturité des spores. Canaux lactifères ordinairement nuls, renfermant un suc rougeâtre dans *Fistulina*. Cellules renfermant dans quelques espèces un principe qui par une oxydation rapide devient bleu ou rose au contact de l'air. Substance charnue et utriculaire dans *Boletus* et les analogues, subéreuse ou même ligneuse dans *Polyporus* et la grande majorité des espèces résupinées. Spores homogènes, unicellulaires, semblables à celles des Agaricinés, souvent un peu plus petites, affectant les mêmes nuances, et, de plus, le vert jaunâtre terne ou rabattu. Odeur variable, spéciale aux formes charnues, quelquefois vireuse, nulle dans les espèces coriaces. Quelques-unes sont vénéneuses (*Boletus satanas*), d'autres comestibles (*Bol. edulis*); la plupart inoffensives. — Habitats : les Bolets sont terrestres, les Polypores tous lignatiles. On les trouve principalement en été et en automne, dans les bois et les pâturages. Quelques-uns sont vivaces.

FAMILLE DES HYDNÉS

Basides permanentes. Hymenium toujours découvert, étalé dès sa naissance sur des pointes plus ou moins coniques normalement dirigées en bas. Mycelium byssoïde ou filamenteux. Velum nul ou très fugace marginal, jamais annuliforme. Stipe normalement cylindrique, presque toujours plein, jamais parfaitement central, quelquefois latéral et soudé par la base aux stipes des réceptacles voisins, lisse ou strié, squamuleux, glabre ou tomenteux, confluent avec l'hyménophore. Hyménophore en forme de pileus dans les espèces typiques, charnu et homogène. Pileus rarement régulier, plan, ou concave, ou convexe, à marge très souvent lobée, d'une couleur ordinairement uniforme et terne, quelquefois sessile et attaché

latéralement, et, dans de nombreuses espèces, résupiné, c'est-à-dire, adhérent au stratum nourricier par toute la surface stérile. Dans quelques formes de transition (*Hericium*), l'hyménophore est claviforme, simple ou rameux, et fendu vers la partie supérieure en aiguillons grêles, égaux, très longs. Pointes normalement coniques et descendantes, libres, adhérentes ou décurrentes, distinctes les unes des autres, aiguës ou arrondies obtuses, plus ou moins longues, quelquefois réunies en petits groupes ayant l'aspect de lanières déchiquetées (*Irpex*, *Sistotrema*), ou comprimées et planes et ressemblant alors à des tronçons de feuillets ou à de courtes papilles. Ces reliefs de l'hymenium sont surtout caractéristiques en ce qu'ils se manifestent dès la naissance de l'hyménophore, et qu'ils sont toujours distribués en séries régulières. Hymenium le plus souvent confluent, quelquefois hétérogène et très variable. Consistance charnue, jamais molle ni aqueuse, mais fibreuse et fragile, comme celle des Cantharelles, ou coriace, subligneuse, quelquefois flexible et résistante, au point que dans la vieillesse quelques espèces ressemblent à des débris ds cuir. Spores homogènes, ordinairement blanches. — La plupart des espèces sont lignatiles, quelques-unes terrestres; leurs usages économiques sont très restreints.

FAMILLE DES THELEPHORÉS

Basides persistantes. Hymenium normalement inférieur, d'abord lisse, puis irrégulièrement et faiblement costé ou papillé. Mycelium byssoïde. Velum nul. Stipe véritable nul; certaines espèces ont un pilier stipitiforme qui n'est qu'un prolongement stérile, quoique parfaitement homogène, de l'hyménophore. La parenté de cette famille avec celles qui la précèdent se révèle par certains traits d'organisation des formes plus parfaites, mais non typiques, du genre *Craterella*, où la présence d'un chapeau est encore assez

visible. Mais l'état ordinaire et caractéristique est celui d'un stratum cellulaire ou fibreux, charnu ou coriace, analogue à un pileus résupiné, et étendu en plaques irrégulières, mal limitées, reposant de toutes parts sur le mycelium, et entourées par conséquent d'un rebord byssoïde et comme velouté. Plusieurs espèces présentent un phénomène de renversement, en vertu duquel la face fertile d'abord supérieure, s'éloigne de son support auquel elle ne reste plus attachée que par le côté, et devient ainsi inférieure. Ce phénomène démontre jusqu'à l'évidence l'obligation où sont toutes les formes à basides d'avoir leur hymenium tourné vers la terre. Pour les espèces qui ne se retournent pas, elles naissent dans une situation qui leur permette d'abriter leur hymenium sous un corps étranger, sous une branche, par exemple, ou une pierre. La différence essentielle qui éloigne les Théléphorés de leurs alliés, c'est que l'hymenium est toujours primitivement lisse, que ses accidents sont disposés irrégulièrement, et sont évidemment dus aux protubérances du support, et par suite n'apparaissent que postérieurement à la formation de l'hyménophore. — Cette famille renferme deux genres assez singuliers, le *Solenia*, à réceptacle allongé, tubuliforme, simple, membraneux, dressé, muni d'un orifice entier, et le *Cyphella*, à réceptacle membraneux, concave, pézizoïde, oblique. — La plupart des espèces sont lignatiles.

FAMILLE DES CLAVARIÉS

Basides permanentes. Hymenium lisse, entourant, couvrant le plus souvent toute la partie exposée. Mycelium byssoïde, filamenteux, ou sclerotioïde (*Clavaria complanata* Tode, *C. scutellata*, *C. minor* Lév. ; *Pistillaria micans* Fr. ; *Typhula erythropus*, *T. gyrans*, *T. placorhyza* Fr. ; *T. lactea* Tul.). Stipe ordinairement nul, quelquefois en forme de pilier stérile, épais ou plus mince que l'ensemble des ramifications.

Hyménophore normalement claviforme, ou en massue quelquefois simple, plus souvent bifurquée ou irrégulièrement ramifiée, à rameaux plans, cylindriques ou lamellés, toujours ascendants ou verticaux, naissant du même point ou à des hauteurs différentes, fastigiés, fasciculés ou nivelés, concolores ou discolores, affectant principalement les diverses nuances du cendré et du jaune. Dans le Sparassis, ils imitent l'inflorescence d'un chou-fleur ; dans plusieurs Clavaires, ils sont taillés en branches de corail. Hymenium toujours confluent. Canaux lactifères nuls. Saveur ordinairement agréable. Odeur faible en général. Consistance charnue, ou fibreuse et fragile, quelquefois aqueuse et cellulaire, quelquefois coriace, et, dans des formes de transition, gélatineuse. Spores homogènes, blanches ou verdâtres, naissant en nombre pair sur des cellules allongées. — Les champignons clavariés habitent presque tous les bois vers la fin de l'été et le commencement de l'automne. On mange indistinctement toutes les espèces leucospores ; quant aux clavaires chromospores, elles sont au moins inoffensives. Aucune ne paraît dangereuse.

FAMILLE DES TRÉMELLINÉS

Hymenium d'abord basidé, puis clinidé par la prompte tétratomie des basides. Réceptacle étalé, gélatineux en temps humide, contracté par les temps secs, fructifère sur toute sa surface. Hymenium glabre, poli, sillonné, alvéolé, lobé, convoluté, confluent avec l'hyménophore. Consistance plus ou moins fragile ; trame interne mucilagineuse incolore, sans texture appréciable, et contenant des filaments déliés, ramifiés et diversement anastomosés. Pseudobasides constituées par de grandes cellules remplies d'un protoplasma coloré, qui s'allongent et se divisent en quatre longs spicules terminés chacun par une ou plusieurs spores. Spores normales le plus

souvent blanches, accompagnées de petits corps sporoïdes, ou spermaties, qui naissent sur des filaments spéciaux ; ceux-ci se développent tantôt parmi les basides, tantôt sur une partie spéciale de l'hyménophore.

Hyménophore tantôt irrégulièrement lobé, tantôt claviforme, ou en feuille plane ondulée, ou encore discoïde et épais.

Les Trémellinés forment le passage des basidés aux clinidés; ils présentent les caractères morphologiques des premiers et les aptitudes physiologiques des seconds. La plupart des espèces sont encore regardées comme autonomes et libres; mais il est probable que beaucoup d'entre elles ne sont que des conditions à spores nues de formes ascigères. Cette relation avec un réceptacle à thèques est bien établie pour *Dacrymyces urticæ* Fr., dont le mycelium, qui se développe sur les vieilles tiges d'ortie, donne naissance à une pézize très semblable de forme, mais distincte par sa fructification. — Les Trémellinés sont saprophytes ou lignatiles. L'espèce typique est *Tremella mesenterica* Fr., à réceptacle ascendant, un peu ferme, plissé, ondulé, orangé, formant à la base un large empâtement blanc, et représentant tantôt une feuille, tantôt une oreille, un cône sillonné, une massue. On le trouve sur les petites branches tombées à terre.

β. Endobasides. — Tissu fructifère formant la glèbe, soit en une seule masse arrondie, soit en petites masses séparées munies d'enveloppes propres (péridioles) et encloses dans un réceptacle commun, déhiscent ou indéhiscent, appelé péridium. (Bert.)

FAMILLE DES NIDULARIÉS

Réceptacle commun, ou péridium, d'abord ovoïde ou brièvement stipité, qui, par la rupture de la partie supérieure du velum universel, ou épiphragme, met à nu une concavité en forme de coupe ou de grelot.

Texture obscurément vésiculeuse ; consistance charnue ; spores ne se formant pas directement à l'intérieur du conceptacle, mais se réunissant en un ou plusieurs sporanges clos et indéhiscents, lenticulaires, qui quittent leur support sous l'influence d'un agent physique extérieur ou par une contraction élastique. Velum très fugace. Dans le genre *Nidularia*, qui se rapproche ainsi des Lycoperdes, les organes de la reproduction sont originairement formés par une matière pulpeuse, molle, qui se condense ensuite en plusieurs amas et ne laisse à l'intérieur du réceptacle qu'une couche mince vernissée ; les sporanges sont nombreux, charnus, distincts les uns des autres. Quelques espèces sont fimicoles.

FAMILLE DES PHALLOÏDÉS

Mycelium byssoïde ou rhizomorphoïde (*Phallus*, *Clathrus*). Stipe intérieur, supportant la basiglèbe et par son accroissement rompant dès la maturité le péridium. Gleba visqueuse, déliquescente, fétide. Péridium externe (analogue au volva des hyménomycètes) sessile, radicant, s'ouvrant au sommet, rempli de gélatine, formé d'une double membrane, et déhiscent par une fente lobée. Dans le *phallus*, la gleba se projette avec élasticité. Dans le *lysurus*, le réceptacle est contigu au stipe, divisé jusqu'à la base en lanières égales, libres, entières, sporifères à l'intérieur ; le volva engainant, et le stipe distinct, fistuleux, celluleux, en forme de prisme pentaèdre. Dans le *clathrus*, le peridium est sessile, globuleux, lacinié, déhiscent, et le réceptacle distinct, arrondi, formé de plusieurs rameaux anastomosés en grillage, renfermant de la gélatine et une masse farineuse sporifère, qui devient liquide et diffluente ; le volva adhère au sol par un court prolongement radiciforme. — La plupart des espèces sont vénéneuses.

FAMILLE DES PODAXINÉS

Peridium volvœforme, externe, produisant intérieurement à sa partie médiane un pilier stipitiforme qui le traverse vers son sommet avec la gleba pulvérulente qu'il supporte. Cette famille se distingue des Lycoperdacés par sa masse de spores et de capillitium adhèrente à un axe vertical ou columelle, et non point aux parois du peridium. Cette organisation, bien visible dans les formes typiques, se retrouve dans les genres de transition (*Secotium*, *Cycloderma*), où le péridium ne s'ouvre point spontanément, mais où une coupe suivant la longueur démontre l'existence de la columelle.

FAMILLE DES LYCOPERDACÉS

Mycelium ordinairement byssoïde ou nématoïde, quelquefois ramassé en sclérote (*Tulostoma brumale* Fr.). Basides et spores réunies avec des capillitium en une gleba interne sans support distinct ni péridiole indéhiscent, et adhérant aux parois du péridium. Réceptacle en forme de péridium creux à la maturité, charnu avant la formation des spores et clos de toutes parts. Stipe ordinairement nul, quelquefois rudimentaire et formé par un épaississement périphérique de la base myceliale, qui s'atténue à la base et se renfle insensiblement au sommet, se continuant par suite sans distinction avec le réceptacle ; plus rarement constitué par un véritable pilier long et cylindrique, non confluent (*Tulostoma*). Péridium normalement arrondi, sphérique, globuleux, subglobuleux, ou ovoïde, théoriquement simple, mais en réalité composé de plusieurs couches concentriques, rappelant évidemment les voiles des agaracinés calycarpes. Couches extérieures se desquamant tantôt en verrues ou en plaques caduques, tantôt (*Geaster*) se fendant en étoile composée de cinq ou six lanières fusiformes. Couches intérieures ordinairement indéhiscentes, épandant les

spores contenues à l'intérieur par une fissure terminale irrégulière due à la destruction des tissus (*Lycoperdon*); quelquefois déhiscentes en orifices simples ou multiples, réguliers ou irréguliers, entiers, lobés, pectinés, ciliés, déchiquetés, laciniés, en étoile. Consistance quelquefois charnue, plus souvent coriace ou analogue au cuir ; tissus jouissant dans plusieurs espèces de propriétés hygrométriques. Dans le *Polysaccum*, genre qui forme la transition aux Nidulariés, le péridium commun entoure une gleba divisée en plusieurs amas agglomérés et entourés par des péridioles distincts, mais qui se vident sans quitter le réceptacle, mode de déhiscence particulier aux Lycoperdacés. Spores pulvérulentes, très souvent de couleur brune ou ferrugineuse, se répandant au-dehors sous forme de nuage poudreux. Réceptacle épigé dans les espèces typiques, hypogé à l'état jeune dans les genres de transition (*Geaster*). Les espèces habitent presque toutes la terre, soit dans les bois, soit dans les prés, quelquefois au bord des chemins. Les propriétés économiques sont presque nulles ; cependant, quelques formes sont comestibles à l'état jeune, quand la masse qui doit être plus tard la gleba est encore charnue.

On pourrait rattacher, — comme l'ont fait la plupart des mycologues — les myxomycètes aux lycoperdacés, dont ils se rapprochent par leur réceptacle en forme de péridium, d'abord spumeux et gélatineux, et se résolvant enfin en masses de spores attachées à un squelette filamenteux plus ou moins développé. Cependant M. Bertillon en fait un groupe distinct des champignons (section des mycoïdes), parce que le protoplasma qui les constitue n'est pas renfermé dans des cellules, qu'il est mobile, « tantôt pénétrant, imbibant son substratum nourricier, tantôt en exsudant, puis ambulant sur sa surface, selon le mode des Amibes, et pérégrinant même sur les corps voisins, enfin se fixant, s'agglomérant, et pour ainsi dire, se

cristallisant en innombrables spores », qui se forment du plasma et ne naissent pas de cellules-mères par une évolution définie.

FAMILLE DES BASYPOGÉS

Champignons souterrains, constitués par un réceptacle en forme de péridium cellulaire, membraneux, arrondi, tuberculeux, fibrilleux soit sur toute sa surface, soit en un point déterminé, par lequel passent tous les éléments puisés par le mycelium. Couche corticale, ou pseudopéridium, confluente avec la substance interne, normalement indéhiscente. Hyménium sinueux et convoluté, portant des basides avec des spicules et des basidiospores dans les cavités qu'il tapisse, et que traversent souvent des filaments rudimentaires. Gleba ferme, charnue, centrale, persistante, enfin pulvérulente et presque dépourvue de capillitium. Spores globuleuses ou allongées ellipsoïdes, ordinairement échinulées.

II. — *Ascidés*

Spores réunies en nombre pair et limité dans des cellules-mères particulières, ou asques, réunies selon des modes divers, rarement solitaires, disposées perpendiculairement et à découvert sur un réceptacle ou rassemblées en un nucleus placé à l'intérieur d'un périthèce naissant tantôt à la surface du mycelium ou d'un subiculum intermédiaire, tantôt incrusté dans un stroma. — Les spores (thécaspores, sporidies) sont le plus souvent libres de toute attache ; dans quelques espèces, elles adhèrent aux parois de l'asque par un court prolongement.

α Ectothèques. — Dont les asques et leurs accessoires contigus reposent sur le réceptacle et forment l'ascymène (l'hymenium ascidé) de bonne heure extérieurement exposé ; donc, sans périthèce. (Bert.)

FAMILLE DES HELVELLACÉS

Mycelium ordinairement filamenteux. Hymenium très variable, idéalement mince et discoïde, tantôt (*geoglossum*) soudé par toute sa surface stérile et confluent avec la partie supérieure du stipe, le tout prenant ainsi une apparence claviforme, quelquefois soudé, mais non confluent (*Spathularia*); tantôt, dans les formes de transition conduisant aux espèces typiques, renflé en massue au sommet et ovoïde (*Mitrula*) ; enfin, dilaté et creux à l'intérieur, homogène avec le stipe et diversement convoluté, adhérant dans toute sa surface, ou bien libre sur une partie circulaire de son étendue (*Morchella*) ; ou encore en forme de chapeau ou de mitre à pans obliques ou droits, infléchis, sinueux, stérile inférieurement et ascigère supérieurement. Dans le *Leotia*, le réceptacle est en disque plan subcomprimé au centre, confluent, enroulé par les bords, et très mince. Reliefs ascigères variables, quelquefois presque nuls, quelquefois en forme de côtes arrondies, de lobes convolutés, de nervures anastomosées laissant entre elles de profondes alvéoles. Consistance ordinairement fragile, rarement coriace, souvent cartilagineuse, mince, sèche, souple, céracée ou même gélatineuse.

Presque toutes les espèces sont terrestres, vernales ou estivales. Beaucoup sont comestibles (Morille, Helvelle) ; la plupart inoffensives.

FAMILLE DES PÉZIZÉS

Dépend évidemment dans sa forme de la précédente, mais est beaucoup plus simple et plus facile à définir, parce que les réceptacles sont l'expression la plus immédiate de toute réunion d'asques avec les cellules qui leur donnent naissance. Mycelium byssoïde ou sclérotioïde (*Peziza Candollana* Lév. ; *P. Fuckeliana*, *P. sclerotiorum* Lib.; *P. Curregana* Berk. ; *P. cibarioïdes* Fr. ; *P. tuberosa* Bull.). Hymenium

toujours lisse. Velum nul ou très fugace, quelquefois laissant une frange marginale. Substance charnue, gélatineuse, membraneuse, coriace ou céracée, homogène. Réceptacle nettement limité, en forme de coupe, de grelot, d'oreille diversement lobée; d'abord fermé, puis étalé, confluent avec l'hyménophore, glabre et lisse à sa face fertile, couvert à sa face stérile d'un tomentum laineux ou de petites granulations scabres, qui sont des débris du mycelium, ou du moins servent de conduit aux sucs nutritifs. Sporidies s'échappant sous forme de nuage pulvérulent, par la contraction des parois des thèques. Cupule adhérente par le centre, sessile ou stipitée, plus ou moins creusée, quelquefois plane ou même convexe ; disque concolore ou discolore, glabre, lisse. — Cette forme est la plus générale ; elle admet cependant quelques modifications qui caractérisent les genres. Ainsi le velum est presque nul, ou du moins très fugace, dans l'*Aleuria*, qui a de plus l'hymenium presque libre, tandis qu'il est distinctement velu et persistant avec un hymenium très confluent, quoique hétérogène, dans l *Lachnea*. Les autres indications pour l'établissement des subdivisions se rapportent aux dimensions de la coupe, à sa forme, à sa couleur, à son mode d'insertion sur le mycelium, selon qu'il y a ou non un support stipitiforme intermédiaire, et aussi à l'habitat, selon que les espèces sont stercoraires, humigènes ou lignatiles.

FAMILLE DES PATELLARIÉS

Groupe de transition. Réceptacle sessile, limité, patelliforme ou en forme de coupe (*excipulum*), coriace ou corné, toujours ouvert, à cuticule contiguë, quelquefois nul ou à peine sensible (*Stictis*), quelquefois d'abord presque fermé, mais s'ouvrant de bonne heure en coupe par opercule ou par valves rayonnantes ; souvent petit, punctiforme. Hymenium lisse, subpersistant, devenant pulvérulent par la destruction

des asques ; quelquefois appliqué entièrement sur le stratum nourricier, lisse, déterminé, elliptique, persistant. Paraphyses nulles. Cupule (quand elle existe) adhérente par le centre, sessile ou stipitée, plane ; velum nul. Substance élastique, coriace, rarement subgélatineuse. — Lignatiles. Utilités nulles.

β Endothèques. — L'ascymène ou mieux l'asciglèbe recouvert ou caché au moins jusqu'à la maturité et au delà ; les asques ou thèques étant cachés soit dans les sinuosités d'un grand réceptacle commun charnu, soit dans un petit réceptacle sec, et déjà périthécoïde ; soit dans des périthèques propres, le plus souvent immergés eux-mêmes dans un stroma ou commun ou propre. (Bert.)

FAMILLE DES PHACIDIACÉS

Réceptacle périthécoïde, ou pseudopérithèce d'abord fermé, déhiscent, à disque ouvert après la maturité, coriace, charbonné. Groupe peu étendu, conduisant aux Sphériacés. Périthèce distinct du nucleus qui devient à la fin un stratum hyménial — tantôt simple, subdimidié, se rompant en fentes rayonnantes flexueuses ou transversales ; tantôt arrondi homogène, confluent, déhiscent par un orifice lacinié ; tantôt encore ovale-oblong, et s'ouvrant par une fente longitudinale dont les lèvres sont à peine distinctes du nucleus ascigère. Nucleus presque multiloculaire, formant une sorte de placenta hyménial, charnu et persistant, ou simple et discoïde, ou linéaire et allongé. Asques perpendiculaires, droits, claviformes, mêlés à des paraphyses et remplis de sporidies unisériées. Stroma commun ordinairement nul, quelquefois remplacé par un subiculum tomenteux, distinct du mycelium.

Toutes les espèces sont épiphytes. Les genres caractéristiques sont divisés en séries analogues : *denudata*, périthèces superficiels, innés, évoluant librement ; — *erumpentia*, périthèces innés, sortant de

dessous l'épiderme, devenant libres et nus à la partie supérieure ; — *Xyloma*, périthèces recouverts par l'épiderme qui y reste adhérent.

FAMILLE DES SPHÉRIACÉS

Mycelium byssoïde ou rhizomorphoïde. Velum nul ou pruineux fugace. Réceptacles ou périthèces en forme de loges cornées, membraneuses ou charnues, ovoïdes, sphériques ou subglobuleuses, tantôt libres et distinctes, tantôt confluentes et ramassées en groupes directement sur le mycelium ou sur un subiculum intermédiaire, tomenteux ou contexté (stroma) ; d'abord fermées de toutes parts, puis spontanément déhiscentes à la maturité par une ostiole ou par une fente. Ostiole non rebordée, ou munie d'un léger rebord, ou à lèvres allongées en un bec tubuleux cylindrique ascendant. Stroma contexté le plus souvent coloré, toujours formé d'utricules étroitement unies en un tissu charnu ou charbonneux fragile, tantôt étalé en couche mince ou en croûte, tantôt relevé en coussinet épais dans lequel les loges fructifères sont immergées en séries circulaires concentriques ou en groupes irréguliers, tantôt encore ascendant et caulescent. Dans ce cas, il affecte la forme d'un tronc cylindrique simple ou divisé au sommet en rameaux plans bifurqués ou digités, se couvrant dans la jeunesse de la plante d'une poussière blanche qui consiste en débris de velum ; la base est généralement stérile et souvent couverte d'un duvet mycélien : le mycelium se condense intérieurement en un tissu feutré blanc, confluent avec la couche fertile qui forme un épiderme extérieur plus ou moins épais, discolore, qui contient les périthèces ; ceux-ci s'ouvrent au-dehors par une ostiole à lèvres légèrement proéminentes. Asciglèbe en nucleus subgélatineux, quelquefois sec, quelquefois déliquescent, composé d'asques allongés, convergents, mêlés à des paraphyses. Sporidies naissant en nombre pair dans les asques, et parvenant

simultanément à maturité ; épispore généralement translucide et incolore, glabre ou appendiculée de lanières et de filaments ; cavité sporique simple ou divisée par des cloisons transversales ou longitudinales qui parfois se manifestent au dehors par des étranglements. Éjaculation des spores se faisant par une déhiscence spontanée des asques, le nucleus s'épandant souvent au dehors par l'ostiole en un magma gélatineux. Consistance tantôt fibreuse, tantôt subéreuse ou ligneuse, ou charnue, ou encore fragile et charbonneuse.

Les Sphériacés sont tous épiphytes, tantôt superficiels, innés et évoluant librement, tantôt innés sortant de dessous l'épiderme, puis devenant libres et nus à la partie supérieure, tantôt innés et à stroma jamais découvert. Très peu habitent les plantes encore vivantes ; la plupart viennent sur le bois mort, sous l'épiderme qu'ils percent, sur les feuilles mortes, les tiges desséchées des herbes. — Les périthèces sont le plus souvent obscurs, noirâtres, cendrés ou verdâtres ; dans quelques genres ils sont rouges ou orangés.

FAMILLE DES ASCYPOGÉS

Asques enfermés dans un péridium charnu non spontanément déhiscent, et ne mettant en liberté les corpuscules reproducteurs que par la destruction des tissus. Réceptacle en forme de cupule fermée théoriquement pour constituer une bourse charnue à parois sinueuses, sensiblement arrondie, contenant à l'intérieur des espèces de replis alvéolés formés par la réunion des cellules fertiles (ascymène). Surface externe constituée par un cortex tenace et résistant, rugueux, crustacé, qui différencie ces plantes des basypogés où le péridium est souple et membraneux. Sporidies verruqueuses ou aréolées, disposées ordinairement en nombre pair dans des asques subglobuleux, et, dans la plupart des espèces, ne se for-

mant pas toutes en même temps. Substance charnue.

Champignons souterrains, ayant des localités spéciales. La plupart des espèces sont inoffensives, et plusieurs, les truffes, par exemple, sont très recherchées pour la table. — Le mycelium s'oblitère rapidement, de telle sorte que les réceptacles adultes paraissent arrhizes.

FAMILLE DES ONYGÉNÉS

Pseudopéridium variable, formé de filaments plus ou moins serrés, rarement membraneux, évanescent et fugace à sa partie centrale. Réceptacle capité, couvert de filaments à sa partie supérieure. Sporophores périphériques ; asques très fugaces, portés sur des filaments disposés en grappe. — Cette famille peu étendue comprend comme genre caractéristique *Onygena*, dont les espèces habitent des débris animaux. L'espèce typique est *O. equina* Pers., qui se développe sur les sabots en putréfaction des ânes et des chevaux, et qu'on reconnaît à son réceptacle lenticulaire, poudreux, blanchâtre, souvent déprimé et ombiliqué, d'abord lisse, puis verruqueux, enfin lacéré circulairement, caduc, découvrant un amas compact de spores porté sur un stipe rameux, cylindrique, long de 6 mm., d'abord confluent avec ses voisins et émergeant d'un mycelium étalé, farineux.

FAMILLE DES ÉRYSIPHÉS

Périthèce indéhiscent, subglobuleux, sessile, persistant, formé de cellules obscures et renfermant un nucleus formé d'asques. Asques peu nombreux, dans quelques espèces solitaires. Réceptacle fixé sur des supports, ou hypothallus filamenteux composé de fibres rayonnantes, qui se répandent sur la surface de la feuille où le champignon se développe en parasite et se mêlent aux individus voisins. — Dans le genre typique (*Erysiphe*) le périthèce est charnu, globuleux,

ombiliqué, ruptile, mais ne s'ouvrant pas par une ostiole et reposant sur un hypothallus filamenteux. Les espèces sont funestes par les ravages qu'elles exercent sur les plantes cultivées ; elles attaquent en particulier les graminées, le houblon, l'aulne, le bouleau, le prunier, le chèvrefeuille, le noisetier, le frêne, les pois, les chicoracées, — et nombre d'autres végétaux utiles.

III. — *Clinidés*

Réceptacle commun, ou stroma, portant des cellules-mères ou clinides, distinctes ou réunies en clinode, et faciles à reconnaître à ce caractère qu'elles ne produisent jamais qu'une seule spore à la fois. — Ces spores d'ailleurs sont toujours acrogènes, et elles peuvent se succéder sur la cellule-mère en séries ou en chaînes d'aspect divers, mais elles n'atteignent jamais en même temps le même degré de maturité. Aux cellules fertiles sont quelquefois jointes des cellules clinidoïdes stériles.

α. Ectoclines, — dont les clinides sont librement exposées sur le stroma, lequel lui-même est à la surface du substratum. (Bert.)

FAMILLE DES TUBERCULARIÉS

Stroma charnu, recouvert par la couche hyméniale ou clinymène (clinode de Leveillé), formée des clinides et des organes annexes, superficiel ou perçant l'épiderme, substipité et capité, à base rétrécie formée par la réunion des filaments fertiles qui s'unissent en corps et se dilatent pour porter les cellules-mères — ou sessile et en coussin ou en disque, mou, puis déliquescent, enfin souvent pulvérulent.

Ce groupe ne contient sans doute pas des espèces autonomes. Il est certain aujourd'hui que *Tubercularia vulgaris*, qu'on peut regarder comme typique, n'est que la première forme d'un champignon sphériacé qui produit en second lieu des spermaties et enfin,

dans son état parfait, des asques remplis de sporidies. Cette espèce habite les petites branches tombées à terre ; elle forme des nodules arrondis, d'un beau rose, qui se couvrent d'une poussière farineuse, composée des spores pulvérulentes mises en liberté.

Usages et propriétés nuls. Plantes saprophytes.

FAMILLE DES EXCIPULÉS

Hyménophore d'abord fermé, enfin plus ou moins ouvert, marginé, membraneux, excipulé, à marge nue ou ciliée. Réceptacle adhérent par le centre, sessile ou stipité, innato-émergeant, subcorné, vésiculeux, à disque subdéliquescent. Substance homogène ou hétérogène, l'extérieure coriace ou membraneuse, l'intérieure subgrumeleuse.

FAMILLE DES PUCCINÉS

Péricline absolument nul. Mycelium à peine sensible se développant dans les tissus de la plante nourricière. Stratum hyménial constitué par une très mince couche subgélatineuse, de laquelle émanent des filaments plus ou moins longs, confluents à la base, et se terminant par les organes de la reproduction. Ceux-ci consistent en pseudospores oblongues, atténuées aux deux extrémités, et divisées par des cloisons transversales en deux ou plusieurs loges. Les parois sont épaisses, et, dans quelques espèces, très opaques ; leur face externe est tantôt lisse, tantôt verruqueuse, et la loge extrême terminée en pointe ou en cône obtus, de telle sorte que la périphérie prend un aspect échinulé. Aux cloisons correspondent des étranglements sensibles à l'extérieur. Les pseudospores sont réunies en amas superficiels bruns, roux ou noirs, isolés ou disposés en séries régulières ou éparses, et se présentant à l'œil nu sous la forme de petits coussinets poudreux ou compacts faisant saillie hors de l'épiderme. Ces pseudospores se détachent d'elles-mêmes à l'époque de leur maturité, et se répandent en

conservant le filament qui les a produites sous la forme d'un pédicelle souvent dilaté aux deux extrémités, lisse, capillaire, pellucide et plus ou moins long. Elles constituent des spores hibernantes, c'est-à-dire, susceptibles de résister à l'hiver sans périr, et de se réveiller au printemps. A cette époque, dès que la température est favorable et l'humidité suffisante, elles germent selon un mode assez complexe, et émettent un promycelium constitué par des hypospores, ou spores de seconde formation, qui produisent directement un mycelium ou des spores de troisième formation.

Toutes les espèces sont épiphytes et superficielles.

FAMILLE DES GYMNOSTROMÉS BERT.

Saprophytes ou nosophytes. Stroma soit rameux à rameaux parallèles et simples ou arborescents; soit tuberculeux pulviné, discoïde ou excipulé; charnu, gélatineux, diffluent, ou bien coriace ou membraneux; de ce stroma émergent des cellules-mères ou clinides isolées, ou au moins non assez rapprochées par leur sommet sporifère pour constituer une couche hyméniale clinidée ou clinymène; groupe de formes transitoires.

β. Endoclines ; — dont les clinides et annexes sont cachées, au moins dans la jeunesse, soit seulement dans une vacuole du substratum, soit encore par une enveloppe propre (péricline) et alors ayant ordinairement double protection : le péricline, le plus souvent périthécoïde, plus ou moins immergé, caché lui-même dans le substratum nourricier. (Bert.)

FAMILLE DES URÉDINÉS

Péricline absolument nul. Enveloppe protectrice constituée par l'épiderme de la plante nourricière qui tantôt se crève en laissant des débris scarieux autour de la pustule, tantôt ne s'ouvre pas. Mycelium bien développé, pénétrant les espaces intercellulaires des tissus sous-cutanés; stroma fertile formé par une con-

densation compacte de fibres mycéliennes, qui émettent comme chez les puccinés des filaments plus ou moins longs, quelquefois très courts et presque nuls, d'où émanent des pseudospores subglobuleuses dont le trait caractéristique est d'être unicellulaires. — Dans *Lecythea*, autour des spores fertiles naissent de grandes cellules claviformes stériles, ou cystes; les spores sont ordinairement jaunes ou orangées; dans *Trichobasis*, les spores sont globuleuses et offrent d'abord un court pédicelle; mais elles ne sont pas accompagnées de cystes stériles, et sont ordinairement brunes. Dans *Coleosporium*, il y a deux sortes de pseudospores ; les unes sont pulvérulentes, globuleuses, les autres se produisent dans une cellule allongée qui se cloisonne et s'étrangle aux articulations. Les pseudospores de l'*Uredo* sont ordinairement globuleuses, assez petites, et jaunes ou brunes; elles sont quelquefois unies entre elles, comme les grains d'un chapelet, par des isthmes filiformes et très courts. — Les divers phénomènes de nutrition et de végétation sont analogues à ceux qu'on observe chez les puccinés, dont les urédinés ne sont qu'une condition : on donne aux spores de ces derniers, en raison de leur nom générique, le nom d'urédospores; celles-ci sont éphémères, c'est-à-dire, qu'elles ne passent pas l'hiver; elles se reproduisent pendant la belle saison selon leur forme propre, et engendrent à la fin de l'automne les téleutospores des puccinés qui après le sommeil hibernal donneront naissance aux écidiums.

FAMILLE DES MÉLANCONIÉS

Champignons saprophytes ou nosophytes. Réceptacle très petit, tantôt pulviné ou en coussin, tantôt discoïde, plan, déprimé, limité et marginé ou confluent avec le substratum nourricier, quelquefois innato-émergent. Cellules fertiles réunies en masse, ou cliniglèbe. Masse sporifère libre, c'est-à-dire, non entourée d'une enveloppe spéciale ou péricline, rompant

l'épiderme et s'échappant soit en magma gélatineux, en globules, en cirrhe, en nappe, soit en poussière.

FAMILLE DES ÉCIDIÉS

Périclines constitués par des sacs membraneux, qui, d'abord en forme de tubercules plus ou moins saillants, s'ouvrent à la maturité par une déhiscence terminale circulaire plus ou moins profondément dentée. Ces tubercules, dans *Rœstelia*, atteignent une longueur relativement considérable (jusqu'à 7 mm.), et se divisent souvent en plusieurs mamelons dont chacun s'ouvre à l'extrémité; de chacun de ces mamelons sort une coiffe caduque, composée de filaments distincts à la base et confluents au sommet; c'est entre les filaments de cette coiffe que s'échappe à l'automne la poussière séminale composée de pseudospores subglobuleuses, à l'intérieur desquelles on distingue des grains opaques. Dans *Æcidium*, la déhiscence du pseudoperidium est souvent régulière, avec un bord entier ou denticulé.—Les pseudospores sont orangées ou jaunes et brillantes, quelquefois blanchâtres ou brunes; elles se produisent successivement sur les mêmes filaments, de telle sorte que les plus anciennes se trouvent à l'extrémité d'une chaîne continue dont la base est occupée par les germes de nouvelle formation. Elles sont généralement agglomérées entre elles. Leur germination ne reproduit pas directement l'écidium, mais des urédospores qui, semées en terrain convenable, donnent par leur développement les téleutospores des puccinés. Ainsi les écidiés ne sont pas des êtres libres et distincts, mais seulement la condition la plus parfaite d'êtres mixtes qui affectent successivement plusieurs formes de fructification procédant les unes des autres. Aux périclines sont adjointes des spermogonies qui les précèdent ou se développent simultanément, et dont la cavité produit un grand nombre de petits corps bacilliformes, dont le véritable rôle est encore discuté, et qu'on nomme

spermaties. Les spermogonies sont assez difficiles à découvrir en raison de leur petite taille; elles n'ont d'ailleurs été vues que dans quelques espèces; mais il est probable par analogie qu'elles existent dans toutes.

Les divers genres affectent souvent un habitat particulier. Ainsi *Peridermium* se développe sur les conifères; *Rœstelia* sur les Pomacées; *Æcidium* habite les Renonculacées ; les Violariées; les Berberidées; les Composées; les Boraginées ; les Liliacées, etc. Les tubercules sont tantôt épars, tantôt disposés en anneau circulaire, tantôt ramassés en paquets irréguliers.

FAMILLE DES SPHÉRONÉMÉS

Pseudopérithèces ou péricIines immergés au moins dans le premier âge; mycelium sous-épidermique, émettant au voisinage des réceptacles des ramifications ténues qui se multiplient abondamment et forment avec le tissu de la plante nourricière des indurations stromoïdes. Réceptacle tantôt orbiculaire, vertical, tantôt tuberculeux, grumeleux ou subcoriace, s'ouvrant par une ostiole. Spores subglobuleuses. — Champignons tous épiphytes. Propriétés nulles. Groupe transitoire.

FAMILLE DES ANTENNARIÉS

Peridium, ou péricline périthécoïde, subcorné, rigide, sans ouverture, mais friable et enfin déchiré, superficiel. Spores en séries moniliformes, enchâssées dans une pulpe gélatineuse. Hypothallus très évident, noir, formé de filaments rameux non contigus, entremêlés, feutrés, superficiels, souvent septés. — L'espèce la plus commune, et comme typique, est le *Zasmidium cellare*, qui habite les tonneaux dans les caves, sous forme d'expansions larges, épaisses, molles, d'un noir olivâtre à l'état frais, entièrement noires à l'état sec, et portant des péricIines amassés à la surface, cohérents, globuleux, à supports inégaux, pleins de

gélatine, renfermant des spores distinctes et des filaments formés par des séries de spores contiguës.

B. — ASARCODÉS

Champignons exclusivement composés de filaments distincts, quelquefois mêlés entrecroisés, jamais unis par un mucus spécial.

IV. — *Nématés*

Filaments simples ou rameux, continus, ou septés, ou moniliformes, dressés, ascendants, couchés, rampants ou perpendiculaires, tantôt absolument libres, tantôt un peu adhérents et confluents vers la base. Spores latérales ou terminales, nues ou enfermées dans des sporanges.

α. Endospores; — dont le plasma, à l'intérieur du filament tubuleux presque toujours dilaté en ampoule le plus souvent terminale (dite alors sporange, si elle est multisporée), se segmente en spores ou zoospores, restant jusqu'à leur dispersion libres de toute attache à la cellule-mère. (Bert.)

FAMILLE DES MUCORINÉS

Mycelium byssoïde, à filaments principaux couchés, émettant des rameaux ascendants, les uns stériles, les autres fertiles. Ceux-ci se terminent, dans les espèces typiques, par une vésicule ou sporange, généralement subglobuleuse et à l'intérieur de laquelle se différencient des spores elliptiques ou sphériques en quantité variable, qui sont mises en liberté par la destruction des parois du sporange ou par leur rupture spontanée. Sporanges quelquefois géminés, quelquefois épars ou axillaires. Filaments fertiles rarement simples, le plus souvent bifides, rameux ou dichotomes, à rameaux arqués formant un réseau en dentelle; leur enveloppe est translucide, et leur cavité interne entière ou septée; quelquefois ils sont presque nuls, et consistent simple-

ment en une sorte de petit renflement, en un court spicule vésiculeux au sommet duquel se développe le sporange caractéristique. — Dans quelques espèces, on a trouvé joints aux sporanges d'autres organes de fructification, qui émanent des mêmes ramifications mycéliennes, et qui consistent en filaments épais, trichotomes, se divisant à une certaine hauteur en branches qui supportent de courts spicules divergents : ceux-ci émettent à leur extrémité, suivant un mode que nous avons étudié, des séries de spores ou conidies. Enfin, plusieurs mucors se reproduisent encore par des bourgeons ou gemmules, sortes de cellules renflées qui émettent un mycelium fertile. — Les phénomènes de la fécondation dans plusieurs mucorinés donnent naissance à une forme particulière de spore, ou zygospore, qui naît au point de jonction de deux filaments, grâce à une action fécondante en vertu de laquelle les parois extérieures de ces filaments se résorbent et livrent passage au contenu des deux cellules terminales, dont le plasma se mélange ainsi ; le produit immédiat de la zygospore est un filament couronné par un sporange. — Toutes les espèces sont saprophytes.

FAMILLE DES SAPROLÉGNIÉS

Champignons (?) saprophytes mucoroïdes se développant sur divers corps organiques, insectes ou brins d'herbe, tombés dans l'eau. Zoosporanges remplis de germes animés qui se meuvent dans l'eau à l'aide de cils, se fixent, germent et reproduisent la plante. Oospores se développant à la suite de fécondation par copulation ou par l'influence des anthérozoïdes sur une cellule-femelle.

FAMILLE DES PÉRONOSPORÉS

Groupe analogue par la forme générale aux moisissures. Mycelium endophyte, émettant des filaments

fertiles par les stomates de la plante nourricière. Conidies ou zoosporanges remplis de germes mobiles ou zoospores qui germent après quelques pérégrinations dans le liquide ambiant et produisent un individu semblable à celui dont elles proviennent. — Les espèces sont toutes parasites sur des plantes vivantes, auxquelles elles causent le plus grand préjudice.

FAMILLE DES ASCOMYCÉS

Champignons vivant en parasites le plus souvent à la surface des feuilles, quelquefois sur les fruits charnus, où ils forment des pulvinules composées de conceptacles asciformes, tubuleux, cylindriques ou en massue, pleins de spores disposées en nombre pair. Filaments mycéliens souvent moniliformes, rampant sur et sous l'épiderme. — Communs sur les feuilles de pêcher, de prunier, qu'ils déforment.

β. Exospores ; — dont les spores se rencontrent extérieurement attachées sur les filaments libres (ou seulement adnexés) superficiels à leur stratum, simples ou rameux, légers ou consistants, incolores ou diversement teintés en brun ou en noir ; continus ou cloisonnés, dressés ou couchés, portant leurs spores une à une ou enchaînées (δέσμιος), mais en des points d'insertion déterminés et constants. (Bert.)

FAMILLE DES SCLÉROTRICHÉS

Mycelium byssoïde ou à filaments subpulvérulents réunis en croûte grenue. Filaments fertiles dressés, opaques, munis d'un épiderme épais, continus ou septés, solides, quelquefois subulés, pleins, formés de fibres agglutinées, stipitiformes ; quelquefois raides et visiblement fendus au sommet. Spores simples ou septées, globuleuses, ellipsoïdes ou claviformes, tantôt éparses et caduques, tantôt géminées, agglomérées en tête ou dans une masse visqueuse, latérales ou terminales. Couleur variable.

Les espèces forment ordinairement de larges touffes

sur toutes les substances qui se pourrissent, dans les endroits humides et non aérés, sur le vieux papier, sur le bois décomposé, les feuilles mortes et même les feuilles encore vivantes. Plusieurs habitent les vieux champignons pourris. On les trouve à toutes les époques de l'année ; cependant, quelques-unes affectionnent le printemps, d'autres l'hiver.

FAMILLE DES MUCÉDINÉS

Les Mucédinés ont des affinités avec la famille précédente, dont ils diffèrent surtout par leurs fibres fertiles très simples, tubuleuses, septées et pellucides. Mycelium rayonnant diffus, rarement poudreux, quelquefois en touffe laineuse compacte, tantôt blanc, tantôt roussâtre. Filaments fertiles ordinairement dressés, plus ou moins longs, épaissis, claviformes au sommet, ou rameux latéralement, ou encore divisés au sommet en cyme, en ombelle, en rameaux dichotomes, paniculés, en corymbe, en pinceau, quelquefois moniliformes. Spores ordinairement simples, rarement axillaires, éparses ou latérales, le plus souvent réunies en chaînes sur des spicules particuliers ou au sommet des filaments, et continuant la direction de l'axe principal et des ramifications appendiculaires. — On les trouve partout, en tout temps, sur les substances qui se décomposent, les fruits charnus, les champignons, le bois, les matières végétales, les feuilles mortes ou sèches. Une espèce habite le sol, dans les bruyères.

FAMILLE DES CLINOTRICHÉS

Diffèrent des mucédinés par leurs filaments couchés rampants, émettant de courts rameaux dressés ou couchés, portant des spores en des points déterminés. Genre typique : *Sporotrichum*, caractérisé par ses filaments flasques, dressés ou cespiteux, convergents, rameux, septés, uniformes, et par ses spores simples tôt détachées.

FAMILLE DES SPORIDESMIÉS

Spores celluleuses, septées ou moniliformes, disposées en chaînes sur des filaments fertiles très caducs. Champignons très petits, souvent disposés en pulvinules. — Sur les tiges herbacées et les feuilles vivantes ou mortes.

V. — *Conidiacés*

Champignons à sporification obscure, ne permettant pas d'apercevoir les relations qui existent entre les spores et leurs supports immédiats.

FAMILLE DES CONIODÉS

Champignons épisaprophytes, c'est-à-dire, produisant leurs spores à la surface de substances organiques décomposées dans l'intérieur desquelles se développent des filaments mycéliens. Spores éparses, sans adhérence visible.

FAMILLE DES PROTOMYCÉS

Champignons endophytes permanents, à spores longtemps enfermées dans des sporanges (pseudospores) subglobuleux, qui naissent sur des filaments à peine visibles, s'en détachent bientôt et restent dans les tissus, où ils se brisent et projettent leurs spores qui s'accouplent avant de germer.

FAMILLE DES USTILAGINÉS

Champignons endophytes permanents, d'abord confondus avec les Urédinés, avec lesquels ils ont, à première vue, de grandes ressemblances. Ils en diffèrent surtout morphologiquement par leurs pseudospores rugueuses, subsphériques, sombres, pulvérulentes, se produisant à l'intérieur de la plante nour-

ricière, particulièrement dans les organes de la reproduction, anthères, ovaires, et ne se manifestant au-dehors que par la destruction des tissus. — Ces champignons sont de véritables fléaux de l'agriculture, contre lesquels il est difficile de lutter et qu'on ne saurait vaincre entièrement, parce qu'ils ne se manifestent qu'au moment de se reproduire, après avoir épuisé leur victime et l'avoir infiltrée de leurs innombrables fibres végétatives, et qu'à cette époque, le mal étant accompli, tout remède devient inutile.

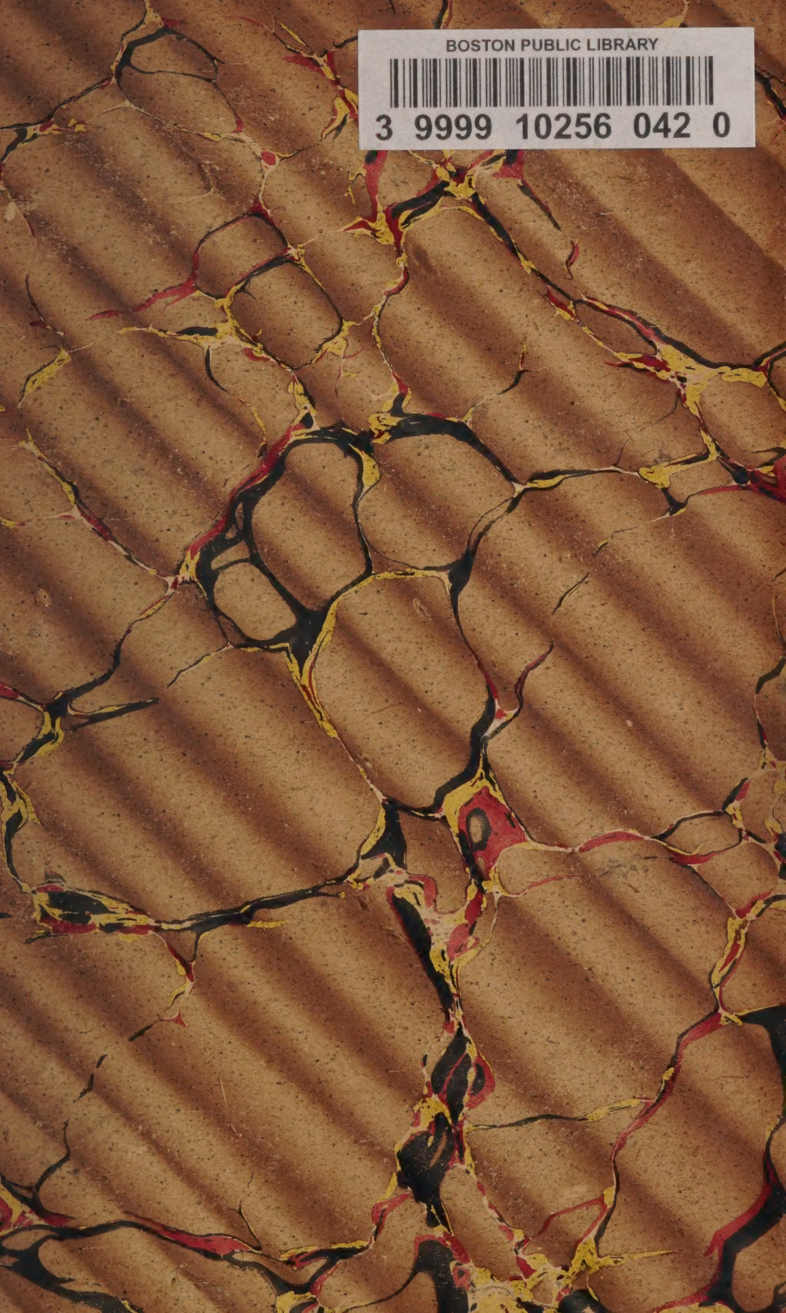
FIN

INDEX ALPHABÉTIQUE

TABLE DES MATIÈRES

LE MANS. — TYPOGRAPHIE ED. MONNOYER

LE MANS. — TYPOGRAPHIE ED. MONNOYER


BOSTON PUBLIC LIBRARY
3 9999 10256 042 0